

**MODUL PEMBELAJARAN ANATOMI FISILOGI
TUBUH MANUSIA DAN RENCANA PEMBELAJARAN
SEMESTER (RPS) PENDIDIKAN BIOLOGI**

Diajukan untuk Melengkapi Tugas Akhir dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana S1 dalam Keilmuan Pendidikan
Biologi



Oleh :

MIFTAHUL JANNAH AYU SARI

NPM : 1411060346

Pembimbing : Mahmud Rudini, S.Pd, M.Si.

**FAKULTAS TERBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
1442 H/2021 M**

ABSTRAK

MODUL PEMBELAJARAN ANATOMI FISILOGI TUBUH MANUSIA DAN RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS) PENDIDIKAN BIOLOGI

Oleh :

MIFTAHUL JANNAH AYU SARI

Menurut pendapat Nana Sudjana (2002: 132) yang memaknai pengertian modul sebagai alat ukur yang lengkap, dimana modul pembelajaran ini memiliki peran dan tugas secara mandiri. Karena dapat dipergunakan untuk kesatuan dari seluruh unit lainnya. Tahukah kamu jika ternyata modul pembelajaran sebagai bentuk kesatuan kegiatan belajar yang tersusun rapi agar peserta didik pun bisa mencapai tujuannya lebih mudah. Modul yang baik selain disusun secara runtut dan sistematis, tentu saja harus disusun secara jelas. Berikut ciri-ciri dari modul pembelajaran; Self Instructional, Self Contained, Stand Alone, Adaptif, User Friendly.

Anatomi dan Fisiologi adalah ilmu yang mempelajari tentang struktur tubuh beserta fungsinya. Kata *anatomy* berasal dari bahasa Yunani (*Greek*) yang secara makna harfiah diartikan sebagai “membuka suatu potongan”. Anatomi adalah suatu ilmu yang mempelajari bagian dalam (internal) dan luar (external) dari struktur tubuh manusia dan hubungan fisiknya dengan bagian tubuh lainnya. anatomi secara harfiah juga diterjemahkan pada Bahasa Latin, dari susunan kata “Ana” adalah bagian atau memisahkan, dan “Tomi” adalah irisan atau potongan.

Kata *physiology* juga berasal dari bahasa Yunani (*Greek*) yaitu ilmu yang mempelajari bagaimana suatu organisme melakukan fungsi utamanya. Fisiologi secara makna kata dari Bahasa Latin, berasal dari kata “Fisis” (*Physis*) adalah alam atau cara kerja. “Logos” (*Logi*) adalah ilmu pengetahuan. Maka fisiologi adalah ilmu yang mempelajari faal atau pekerjaan atau fungsi dari tiap-tiap jaringan tubuh atau bagian dari alat-alat tubuh dan fungsinya.

Rencana Pembelajaran Semester (RPS) adalah dokumen perencanaan pembelajaran yang disusun sebagai panduan bagi mahasiswa dalam melaksanakan kegiatan perkuliahan selama satu semester untuk mencapai capaian pembelajaran yang telah ditetapkan.

Kata kunci : Modul Pembelajaran, Anatomy, Physiology, RPS
(Rencana Pembelajaran Semester).



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARRBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl.Letkol H.Endro Suratmin, Sukarame, Bandar Lampung 35131 Telp. ☎ (0721) 783260

PERSETUJUAN

Judul Skripsi/Modul : **Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia dan RPS**
Nama Mahasiswa : **Miftahul Jannah Ayu Sari**
NPM : **1411060346**
Jurusan : **Pendidikan Biologi**
Fakultas : **Tarbiyah dan Keguruan**

MENYETUJUI

Untuk Dimunaqasyahkan dan Dipertahankan dalam sidang Munaqasyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing

Mahmud Rudini, S.Pd, M.Si
NIP.

Mengetahui

Ketua Prodi Pendidikan Biologi

Dr. Eko Kuswanto, M.Si
NIP. 19750514 2008 01 1 009



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARRBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin, Sukarame, Bandar Lampung 35131 Telp. ☎ (0721) 783260

PENGESAHAN

Modul dengan judul: Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia dan RPS di susun oleh: **Miftahul Jannah Ayu Sari**, NPM. 1411060346, Jurusan Pendidikan Biologi telah diujikan dalam sidang Munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada hari/tanggal: 10 Juni 2021

TIM MUNAQOSYAH

Ketua: Dr. Eko Kuswanto, M.Si.

(.....
.....)

Sekretaris: Nur Hidayah, M.Pd.

(.....
.....)

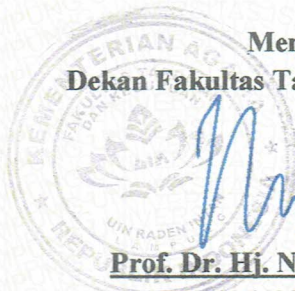
Pembahas Utama: Fredi Ganda Putra, M.Pd.

(.....
.....)

Pembahas II: Mahmud Rudini, S.Pd, M.Si

(.....
.....)

Mengetahui
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan



Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M. Pd.
NIP. 19640828 198803 2 002

MOTTO

لَا يَكْلِفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا ۚ لَهَا مَا كَسَبَتْ وَعَلَيْهَا مَا اكْتَسَبَتْ ۗ رَبَّنَا لَا
تُؤَاخِذْنَا إِنْ نَسِينَا أَوْ أَخْطَأْنَا ۚ رَبَّنَا وَلَا تَحْمِلْ عَلَيْنَا إَصْرًا كَمَا حَمَلْتَهُ عَلَى الَّذِينَ مِنْ قَبْلِنَا ۚ رَبَّنَا وَلَا
تَحْمِلْنَا مَا لَا طَاقَةَ لَنَا بِهِ ۚ وَاعْفُ عَنَّا وَارْحَمْنَا ۚ أَنْتَ مَوْلَانَا فَانصُرْنَا عَلَى الْقَوْمِ الْكَافِرِينَ

□

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Dia mendapat (pahala) dari (kebajikan) yang dikerjakannya dan dia mendapat (siksa) dari (kejahatan) yang diperbuatnya. (Mereka berdoa), “Ya Tuhan kami, janganlah Engkau hukum kami jika kami lupa atau kami melakukan kesalahan. Ya Tuhan kami, janganlah Engkau bebani kami dengan beban yang berat sebagaimana Engkau bebankan kepada orang-orang sebelum kami. Ya Tuhan kami, janganlah Engkau pikulkan kepada kami apa yang tidak sanggup kami memikulnya. Maaf-kanlah kami, ampunilah kami, dan rahmati-lah kami. Engkau pelindung kami, maka tolonglah kami menghadapi orang-orang kafir.” (QS. Al-Baqarah: 286)



PERSEMBAHAN

Segala puji hanya milik Allah SWT, atas rahmat dan karunianya serta segala nikmat yang tak terhitung. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW...

Kupersembahkan karya sederhana ini sebagai tanda bakti dan cinta kasihku kepada :

1. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Solihin dan Ibu Suhermin. Terimakasih telah mendidik dan membesarkan putri kalian ini dengan penuh kasih sayang yang tak terhingga, serta lantunan doa terbaik kalian yang selalu mengiri setiap langkahku menuju kesuksesan dan kebahagiaan.
2. Kakak ku tersayang Tulus Prasetyawan, Vetty dan adikku tersayang Adinda Putri Kariennina serta kedua ponakan ku Enzo Zidane El-Khawarizmy dan Enzi Tsabita Al-mahira, yang selalu memberikan aku semangat, motivasi, serta selalu menyayangiku dan mendoakan ku, semoga kita semua bisa sukses dan membanggakan kedua orang tua kita Aamiin.
3. Seluruh keluarga besarku yang ada di Sri Pendowo, terimakasih atas doa dan perhatiannya yang tiada henti.
4. Para pendidikku, Dosen dan Guruku.
5. Almamater tercinta Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

RIWAYAT HIDUP

Miftahul Jannah Ayu Sari lahir pada tanggal 20 Juni 1996, di Desa Bumi Dipasena Kecamatan Rawajitu Timur Kabupaten Tulang Bawang Provinsi Lampung. Merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Solihin dan Ibu Suhermin. Penulis beralamatkan di desa Sri Pendowo Kecamatan Ketapang, Kabupaten Lampung Selatan.

Pendidikan yang telah diselesaikan oleh penulis adalah SD Negeri 2 Sri Pendowo Kec Ketapang Kab Lampung Selatan, selesai pada tahun 2008 dan melanjutkan ke jenjang SMP Negeri 1 Ketapang Kec Ketapang Kab Lmapung Selatan, selesai pada tahun 2011 dan melanjutkan ke jenjang SMA Negeri 1 Ketapang Kec Ketapang Kab Lampung Selatan, selesai pada tahun 2014.

Pada tahun 2014 penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Institut Agama Islam Negeri Raden Intan Lampung, yang kini bertransformasi menjadi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) Raden Intan Lampung.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji dan Syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunianya yang memberikan kesehatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan modul yang berjudul **Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia dan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) Pendidikan Biologi**.

Penulis mengucapkan Jazakumullah Khairan kepada orang tua tercinta, dengan curahan kasih sayangnya, kerja kerasnya, serta doa yang selalu di panjatkan yang telah mengantarkan penulis menyelesaikan Pendidikan S1 di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung. Semoga Allah SWT selalu menjaga serta melimpahkan Ridho-Nya kepada mereka.

Dalam penulisan modul ini penulis masih banyak kekurangan baik dari segi teknis penulisan maupun materi, mengingat akan kemampuan yang dimiliki oleh penulis. Untuk itu terima kasih penulis sampaikan atas bimbingan dan arahannya dari berbagai pihak diantaranya adalah Bapak/Ibu:

1. Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk tholabul ilmi di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Prodi Pendidikan Biologi.
2. Dr. Eko Kuswanto, M.Si, selaku Ketua Jurusan Prodi Pendidikan Biologi, penulis juga berterimakasih kepada Bapak yang tak hentinya memberikan semangat dan motivasi.
3. Fredi Ganda Putra, M.Pd, selaku Sekretaris Jurusan Prodi Pendidikan Biologi.
4. Drs. H. Ahmad, MA, selaku pembimbing Akademik, penulis juga berterimakasih kepada Bapak yang telah memberikan motivasi.
5. Mahmud Rudini, S.Pd, M.Si, selaku Dosen Pembimbing I dan II Modul saya. Termakasih kepada Bapak yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan modul ini, terimakasih untuk kesabarannya, arahannya, bimbingan ilmu baru, serta semangat motivasi yang bapak berikan kepada saya.

6. Seluruh Dosen Prodi Pendidikan Biologi UIN Raden Intan Lampung. Terimakasih atas segala ilmu yang sangat bermanfaat untuk penulis.
7. Teman-teman seperjuanganku keluarga Biologi F Angkatan 14.

Oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan untuk memberikan masukan yang bersifat membangun kesempurnaan modul dan penulis berharap semoga modul ini dapat berguna, bermanfaat bagi semua pihak yang membeutuhkan. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

andar Lampung, Juni 2021

Penulis,

Miftahul Jannah A.S



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix

BAB I : MODUL 1

Konsep Dasar Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia dan

Sistem Muskuloskeletal	1
Topik 1 : konsep dasar fisiologi tubuh manusia.....	3
Latihan	17
Topik 2 : sistem musculoskeletal	18
Latihan	40

BAB II : MODUL 2

Sistem Pernapasan, Sistem Persyarafan dan Sistem Kardiovaskuler

Topik 1 : sistem pernapasan	42
Latihan 1	61
Topik 2 : sistem persyarafan.....	62
Latihan 2	77
Topik 3 : sistem kardiovaskuler	78
Latihan 3	103

BAB III : MODUL 3

Sistem Pencernaan, Sistem Integument dan Sistem Endokrin...

Topik 1 : sistem pencernaan	106
Latihan 1	125
Topik 2 : sistem integument	126
Latihan 2	143
Topik 3 : sistem endokrin	144
Latihan 3	156

DAFTAR PUSTAKA.....	157
----------------------------	------------

MODUL 1

KONSEP DASAR ANATOMI FISILOGI TUBUH MANUSIA DAN SISTEM MUSKULOSKELETAL

PENDAHULUAN

Mahasiswa Pendidikan Biologi yang berbahagia, selamat bertemu di bab 1 tentang konsep dasar Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia dan Sistem Muskuloskeletal. Pada bab ini Saudara akan belajar tentang konsep dasar anatomi fisiologi tubuh manusia sebagai elemen konsep dasar mata kuliah anatomi fisiologi yang dihubungkan erat dengan substansi topik sistem muskuloskeletal.

Pada bab ini kita diajak untuk mempelajari konsep-konsep dasar anatomi fisiologi secara konseptual. Pembahasan pada materi ini memberikan gambaran tentang perubahan yang terjadi pada sistem tubuh, misalnya pada sistem reproduksi wanita dan pria, kita harus terlebih dahulu mengetahui struktur dan fungsi tiap alat dari susunan tubuh manusia secara fisiologis. Pengetahuan tentang anatomi dan fisiologi tubuh manusia merupakan dasar yang penting dalam melaksanakan pembelajaran. Selain itu, pada bab ini kita juga akan mempelajari tentang sistem muskuloskeletal yang menunjukkan bahwa tubuh manusia saling berhubungan antara bagian satu dengan yang lainnya. Sistem muskuloskeletal ini menunjukkan sistem otot dan rangka tubuh manusia dari regional yang secara struktural letak dan komposisi menunjuk pada region bagian kepala hingga bagian kaki (*cephalocaudal*). Sistem muskuloskeletal mempelajari bagian muscle (*otot*) dan skeletal (*tulang*), yang secara struktural regional mempelajari letak geografis bagian tubuh otot dan tulang dari setiap region misalnya region kepala, leher, lengan, tungkai, kepala, dan seterusnya.

Bab 1 ini terdiri atas 2 topik yaitu : (1) konsep dasar anatomi fisiologi tubuh manusia, dan (2) sistem muskuloskeletal. Setelah mempelajari materi di bab ini, secara umum mahasiswa mampu mengidentifikasi konsep dasar anatomi dan fisiologi tubuh manusia serta sistem muskuloskeletal. Sedangkan secara khusus

mahasiswa mampu mengidentifikasi :

1. Konsep-konsep dasar anatomi dan fisiologi
2. Anatomi dan fisiologi sistem muskuloskeletal
3. Keterkaitan antara konsep-konsep dasar anatomi dan fisiologi dengan sistem muskuloskeletal



TOPIK 1

KONSEP DASAR ANATOMI FISILOGI TUBUH MANUSIA

A. Pengertian

Anatomi dan Fisiologi adalah ilmu yang mempelajari tentang struktur tubuh beserta fungsinya, rendahnya minat dalam membaca anatomi dan fisiologi menjadi masalah cukup yang berarti bagi mahasiswa biologi. Hal ini mengakibatkan mahasiswa biologi memiliki pemahaman yang belum memuaskan tentang topik-topik anatomi dan fisiologi yang harus dikuasai. Salah satu penyebabnya adalah buku-buku dengan tema tersebut dianggap susah dimengerti. Untuk itu anatomi dan fisiologi menjadi basic science (ilmu dasar), yang mendasari capaian pembelajaran.

Kata *anatomy* berasal dari bahasa Yunani (*Greek*) yang secara makna harfiah diartikan sebagai “membuka suatu potongan”. Anatomi adalah suatu ilmu yang mempelajari bagian dalam (internal) dan luar (external) dari struktur tubuh manusia dan hubungan fisiknya dengan bagian tubuh lainnya. anatomi secara harfiah juga diterjemahkan pada Bahasa Latin, dari susunan kata “Ana” adalah bagian atau memisahkan, dan “Tomi” adalah irisan atau potongan. Sehingga anatomi dapat juga dimaknai sebagai ilmu yang mempelajari bentuk dan susunan tubuh baik secara keseluruhan maupun bagian-bagian serta hubungan alat tubuh yang satu dengan lainnya.

Dari sudut medis, anatomi terdiri dari berbagai pengetahuan tentang bentuk, letak, ukuran, dan hubungan berbagai struktur dari tubuh manusia sehat sehingga sering disebut sebagai anatomi deskriptif atau topografis.

Kata *physiology* juga berasal dari bahasa Yunani (*Greek*) yaitu ilmu yang mempelajari bagaimana suatu organisme melakukan fungsi utamanya. Fisiologi secara makna kata dari Bahasa Latin, berasal dari kata “Fisis” (*Physis*) adalah alam atau cara kerja. “Logos” (*Logi*) adalah ilmu pengetahuan. Maka fisiologi adalah ilmu yang mempelajari faal atau

pekerjaan atau fungsi dari tiap-tiap jaringan tubuh atau bagian dari alat-alat tubuh dan fungsinya. Anatomi fisiologi adalah dua hal yang berkaitan erat satu dengan yang lainnya baik secara teoritis maupun secara praktikal, sehingga muncul suatu konsep yaitu “semua fungsi yang spesifik dibentuk dari struktur yang spesifik”.

Anatomi Fisiologi yaitu ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang susunan atau potongan tubuh dan bagaimana alat tubuh tersebut bekerja. Dua cabang ilmu ini yaitu anatomi dan Fisiologi menjadi dasar yang penting untuk memahami bagian tubuh dan fungsinya. Karena struktur dan fungsinya sulit dipisahkan maka kedua ilmu ini akan dipelajari secara bersama-sama. Struktur tubuh akan mengikuti fungsinya, contohnya adalah ketika kita mempelajari struktur rangka manusia maka kita akan mempelajari fungsi rangka juga.¹

Tubuh manusia memiliki cara yang unik untuk mempertahankan kondisi stabilnya. Berbagai perubahan yang terjadi pada lingkungan internal dan eksternal tubuh dapat mempengaruhi kondisi homeostatis. Gangguan terhadap kondisi homeostatis dapat mempengaruhi semua sistem organ.

B. Klasifikasi Anatomi dan Fisiologi

Berdasarkan aspek yang dipelajari, Anatomi terbagi atas 2 bagian yaitu :

1. Anatomi Mikroskopik adalah mempelajari suatu struktur yang tidak bisa dilihat dengan mata telanjang. Bentuk pemeriksaan mikroskopis adalah pemeriksaan *sitology* dan *histology*. *Sitology* mempelajari suatu sel secara individual sedangkan *histology* mempelajari suatu jaringan.
2. Anatomi Makroskopik adalah mempelajari suatu struktur yang besar dan bisa dilihat dengan mata telanjang, antara lain yaitu anatomi permukaan (ciri-ciri permukaanya),

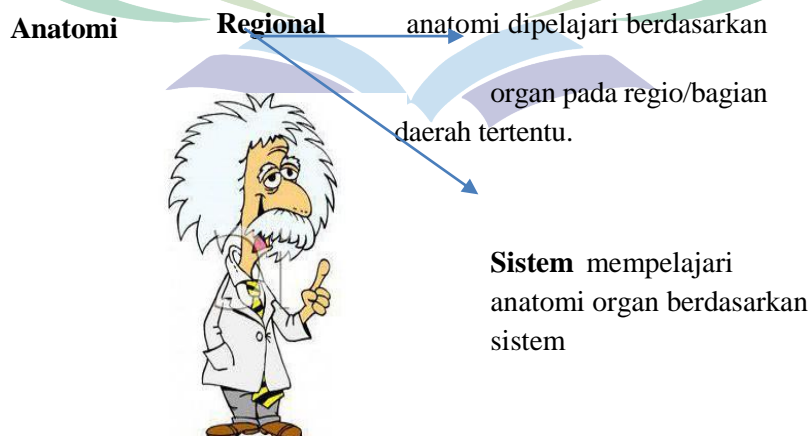
¹ Anderson, P.D, Anatomi Fisiologi tubuh manusia. Jones and Barret publisher Boston. Edisi Bahasa Indonesia EGC. Jakarta, (1999). Hal 10

anatomi regional (fokus pada area tertentu), anatomi sistemik (mempelajari organ secara sistem pencernaan, sistem reproduksi, sistem kardiovaskular, dll), serta anatomi perkembangan (mempelajari perubahan tubuh dari sudut pandang struktur).

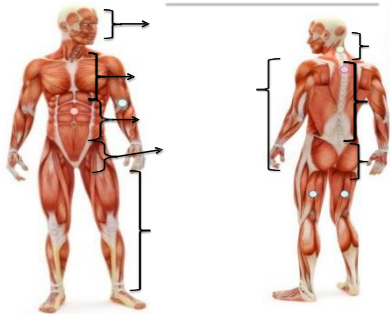
Fisiologi manusia adalah ilmu yang mempelajari tentang faal (fungsi) dari tubuh manusia. Adapun spesifikasi fisiologi dari anatomi antara lain yaitu :

1. Fisiologi Sel (mempelajari fungsi sel dan bagian-bagiannya)
2. Fisiologi Spesifik (mempelajari suatu organ)
3. Fisiologi Sistemik (mempelajari fungsi organ secara sistemik)
4. Fisiologi Patologikal (mempelajari efek penyakit terhadap suatu organ)

Pada modul ini secara spesifik kita akan pelajari anatomi fisiologi secara sistemik, yaitu mempelajari konsep anatomi dan fisiologi mengikuti pendekatan sistem tubuh, dengan harapan lebih memudahkan pada mahasiswa untuk mempelajari, mengidentifikasi, menunjukkan dan menerapkan anatomi dan fisiologi dalam konteks sistemik tubuh diintegrasikan dalam ruang lingkup biologi.

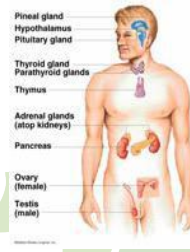
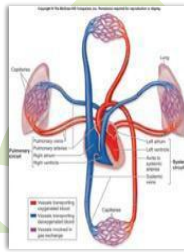
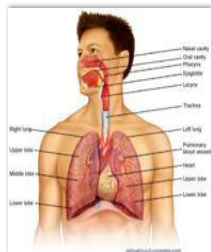


Anatomi Regional

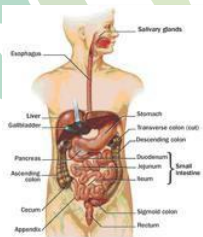


Gambar 1.1 Anatomi Regional

Sistem Respiratorius Sistem Kardiovaskular Sistem Endokrin



Sistem Digestivus



Sistem Urinarius

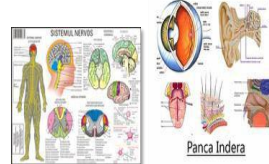


Sistem Muskuloskeletal

Sistem Genitalia



Sistem Neurosensori



Gambar 1.2 Sistem Anatomi pada Manusia²

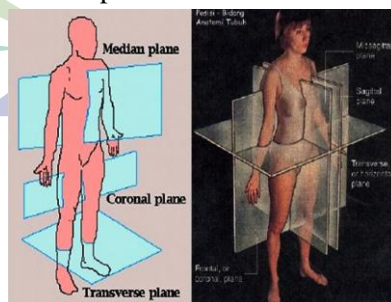
² Coad, Jane. Anatomy and physiology for midwives. Mosby. London, (2001). Hal 25

C. Istilah dan Posisi Anatomi

Untuk memudahkan kita mempelajari anatomi fisiologi dalam rangka mencapai keseragaman deskripsi, telah dipilih dan ditetapkan suatu posisi anatomi yaitu tubuh dalam posisi tegak, menghadap ke depan, kepala tegak lurus, dengan lengan disisi dan kedua tangan berada di samping dengan ibu jari berada di samping atau luar.

Untuk memudahkan dalam mendeskripsikan anatomi, maka juga ditetapkan garis-garis dan bidang-bidang khayal (*imajiner*) berikut ini :

1. Garis tengah atau sagittal merupakan garis imajiner yang melintas secara vertikal menembus garis tengah tubuh dari bagian atas kepala sampai ke bawah, diantara kaki yang membagi sisi menjadi dua kanan dan kiri
2. Pembelahan horizontal membagi tubuh menjadi bagian superior dan inferior
3. Pembelahan sagittal membagi tubuh menjadi bagian kanan dan kiri, sejajar dengan garis tengah
4. Pembelahan koronal membagi tubuh menjadi bagian anterior dan posterior

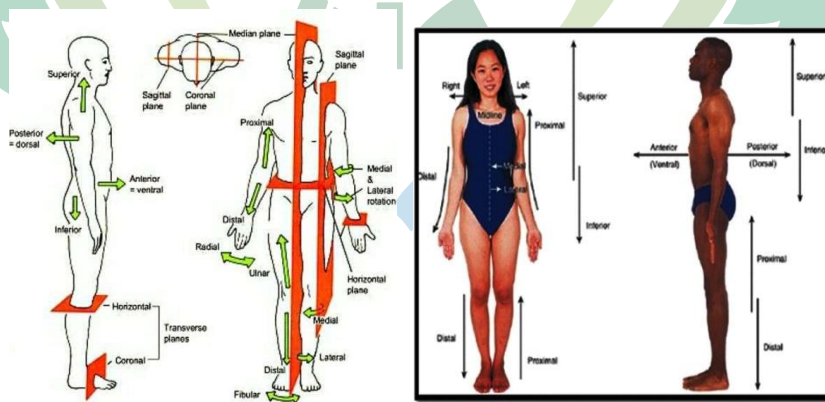


Gambaran 1.3 Ilustrasi Posisi Anatomi

Istilah anatomi berdasarkan posisi anatomi serta memperhatikan garis arah maupun bidang-bidang imajiner, antara lain sebagai berikut :

1. Anterior : lebih dekat ke depan, contoh lambung terletak anterior terhadap limpa
2. Medial : bagian tengah atau lebih dekat ke bidang median, contoh jari manis terletak medial terhadap jari jempol
3. Superior : bagian atas, contoh mulut terletak superior terhadap dagu
4. Dextra : bagian kanan
5. Ventral : bagian depan ruas tulang belakang
6. Internal : bagian dalam
7. Proximal : lebih dekat dengan pangkal tubuh atau mendekati batang tubuh, contohnya siku terletak proximal terhadap telapak tangan
8. Parietal : lapisan luar
9. Superfisial : dangkal atau lebih dekat ke permukaan, contohnya otot kaki terletak superfisial dari tulangnya
10. Horizontal : bidang datar
11. Transversal : potongan melintang
12. Posterior : lebih dekat ke belakang, contohnya jantung terletak posterior terhadap tulang rusuk
13. Lateral : bagian samping, menjauhi bidang median, contohnya telinga terletak lateral terhadap mata
14. Inferior : bagian bawah, contoh pusar terletak inferior terhadap payudara
15. Sinistra : bagian kiri
16. Dorsal : bagian belakang ruas tulang belakang
17. External : bagian luar
18. Distal : ujung atau menjauhi batang tubuh, contoh pergelangan tangan terletak distal terhadap siku
19. Perifer : bagian pinggir (tepi)

20. Visceral : lapisan dalam
21. Profunda : dalam atau lebih jauh dari permukaan, contoh tulang hasta dan pengumpil terletak lebih profunda dari otot lengan bawah
22. Vertikal : bidang tegak
23. Longitudinal : potongan memanjang
24. Sentral : bagian tengah
25. Asenden : bagian naik
26. Desenden : bagian turun
27. Cranial : bagian kepala
28. Caudal : bagian ekor
29. Palmar : ke arah palmaris manus (anggota gerak atas)
30. Plantar : ke arah plantar pedis (anggota gerak bawah)
31. Ulnar : ke arah ulnar (tulang hasta)
32. Radial : ke arah radius (tulang pengumpil)
33. Tibial : ke arah tibia (tulang kering)
34. Fibular : ke arah fibula (tulang betis)



Gambar 1.4 Garis arah dan bidang-bidang imajiner

D. Arah Gerakan

Beberapa arah gerakan tubuh manusia sebagai berikut :

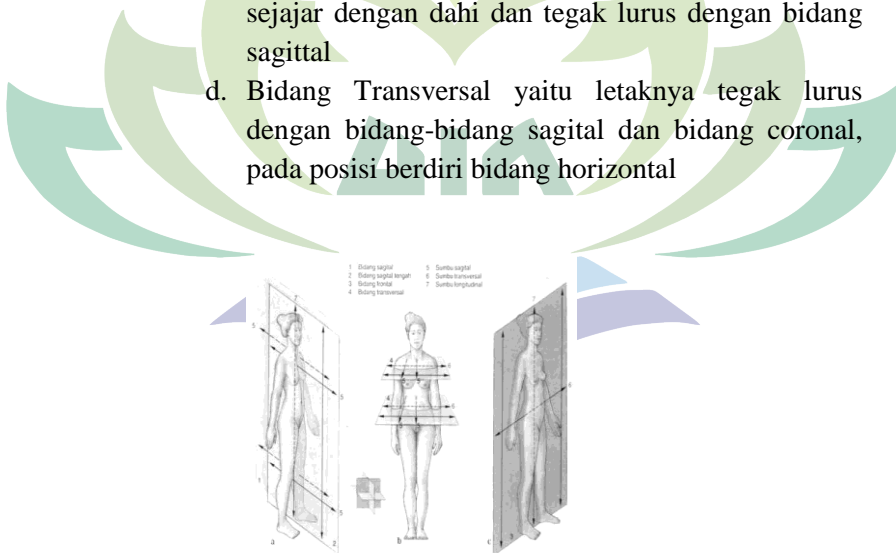
1. Fleksio dan Ekstensio
 - a. Fleksio : membengkokkan, melipat sendi atau gerakan menekuk
 - b. Ekstensio : gerakan meluruskan kembali sendi, contoh gerakan ayunan lutut pada kegiatan gerak lain
2. Adduksio dan Abduksio
 - a. Adduksio : gerakan mendekati badan
 - b. Abduksio : gerakan menjauhi badan
3. Rotasio dan Sirkumduksio
 - a. Rotasio : gerakan memutar sendi
 - b. Sirkumduksio : gerakan sirkuler atau pergerakan gabungan fleksi, ekstensi, adduksi dan abduksi, contoh gerakan abduksi (menjauhi tubuh). Bila kaki digerakkan kembali ke posisi siap merupakan gerakan adduksi (mendekati tubuh)
4. Elevasi dan Depresi
 - a. Elevasi merupakan gerakan mengangkat, contoh membuka mulut
 - b. Depresi adalah gerakan menurun, contoh menutup mulut
5. Inversi dan Eversi
 - a. Inversi adalah gerakan memiringkan telapak kaki ke dalam tubuh
 - b. Eversi adalah gerakan memiringkan telapak kaki keluar
6. Supinasi dan Pronasi
 - a. Supinasi adalah gerakan menengadahkan tangan
 - b. Pronasi adalah gerakan menelungkupkan
7. Endorotasi dan Eksorotasi
 - a. Endorotasi adalah gerakan ke dalam pada sekeliling sumbu panjang tulang yang bersendi (rotasi)
 - b. Eksorotasi adalah gerakan rotasi keluar

8. Sumbu atau Aksis Gerakan

- a. Aksis Sagital adalah garis yang memotong bidang gerak sagittal dengan bidang gerak transversal
- b. Aksis Transversal adalah garis yang memotong bidal gerak frontal dengan bidang gerak transversal
- c. Aksis Longitudinal adalah garis yang memotong bidang median dan frontal dab berjalan dari atas ke bawah

9. Bidang Anatomi

- a. Bidang median yaitu bidang yang melalui aksis longitudinal dan aksis sagittal dengan demikian dinamakan mediosagital
- b. Bidang Sagital (bidang paramedian) yaitu setiap bidang yang sejajar dengan bidang mediosagital
- c. Bidang Coronal atau Frontal yaitu setiap bidang yang mengandung aksis-aksis transversal dan sejajar dengan dahi dan tegak lurus dengan bidang sagittal
- d. Bidang Transversal yaitu letaknya tegak lurus dengan bidang-bidang sagital dan bidang coronal, pada posisi berdiri bidang horizontal



Gambar 1.5 Ilustrasi dan Bidang Anatomi Manusia³

E. Istilah Anatomi atau Nomenklatur Anatomi yang lain

³ Ibid, Anderson, P.D, hal 15-17

Terdapat beberapa istilah atau nomenklatur dalam anatomi, yang relevan serta penting untuk diketahui karena terkait dengan deskripsi anatomi secara lebih detail dan terkait pula dalam mendeskripsikan anatomi sistem organ reproduksi.

1. Istilah anatomi yang menyatakan bagian tubuh menonjol
 - a. Processus : nama umum untuk taju (tonjolan)
 - b. Spina : taju yang tajam (seperti duri)
 - c. Tuber : benjolan bulat
 - d. Tuberculum : benjolan bulat yang kecil
 - e. Crista : gerigi, tepi
 - f. Pecten : bagian pinggir yang menonjol
 - g. Condyles : tonjolan bulat diujung tulang
 - h. Epicondylus : benjolan pada condyles
 - i. Cornu : tanduk
 - j. Linea : garis
2. Istilah anatomi yang menyatakan bagian tubuh yang lengkung
 - a. Fossa : nama umum
 - b. Fossula : fossa yang kecil
 - c. Fovea : lengkungan dangkal, lesung
 - d. Foveola : fovea yang kecil
 - e. Sulcus : lekukan
 - f. Incisura : takik
3. Istilah anatomi yang menyatakan lobang, saluran dan ruangan
 - a. Foramen : lubang
 - b. Fissura : celah
 - c. Apertura : pintu
 - d. Canalis : saluran
 - e. Ductus : pembuluh
 - f. Meatus : liang
 - g. Cavum : rongga
 - h. Cellula : ruang kecil

F. Rongga-Rongga dalam Tubuh Manusia

Pembahasan mengenai konsep dasar anatomi dan fisiologi, sebagaimana diketahui bersama bahwa struktur tubuh manusia juga terdiri dari rongga-rongga atau suatu cavum (ruang). Terdapat beberapa rongga dalam struktur anatomi manusia, yaitu yang terdapat pada kepala dan badan.

1. Rongga yang terdapat dalam kepala

- a. Rongga tengkorak (cavum cranialis), isinya meliputi otak besar (cerebrum), otak kecil (cerebellum) dan batang otak (brain stem)
- b. Rongga mata (cavum orbital), isinya yaitu bola mata (orbita)
- c. Rongga hidung (cavum nasi), isinya yaitu tempat lewatnya udara pernapasan
- d. Rongga mulut (cavum oris), isinya yaitu lidah dan gigi
- e. Rongga telinga tengah (cavum tympani), isinya berupa tulang-tulang pendengaran (maleus, incus, stapes)

2. Rongga yang terdapat pada badan

- a. Rongga dada (cavum thoracis), isinya meliputi paru-paru (pulmo), jantung (cardio), pembuluh darah aorta, pembuluh darah vena cava, arteri dan vena pulmonalis, trachea, bronchus, dan esophagus
- b. Rongga perut (cavum abdomen), isinya meliputi lambung (gaster), usus halus (intestinum, duodenum, jejunum), usus besar (colon), kelenjar pankreas, limpa (lien), hati (hepar), dan ginjal (renal)
- c. Rongga panggul (cavum pelvis), isinya meliputi kandung kemih (vesika urinaria), rectum, pada laki-laki kelenjar prostat, perempuan terdapat Rahim (uterus), dan indung telur (ovarium)

G. Tingkatan Organisasi dalam Tubuh Manusia

Tingkatan organisasi pada tubuh manusia berdasarkan kajian mikroskopik ke makroskopik anatomi adalah sebagai

berikut :

1. Tingkat kimia atau molekul, dibentuk oleh atom yang merupakan unit sangat terkecil membentuk molekul-molekul dengan ukuran sangat kompleks. Contoh molekul kompleks protein
2. Tingkat seluler, interaksi dari molekul-molekul yang membentuk organelle tertentu yang akan membentuk sebuah sel
3. Tingkat jaringan, kumpulan dari sel-sel tersebut akan membentuk suatu jaringan. Contoh jaringan otot
4. Tingkat organ, merupakan kumpulan dari beberapa jaringan yang menyusun suatu organ. Contoh jantung
5. Tingkat sistem organ, merupakan interaksi dari satu organ dengan organ lainnya sehingga menyusun sistem organ. Contoh sistem pencernaan
6. Tingkat organisme, merupakan kesatuan seluruh sistem organ pada manusia yang akan mempertahankan kehidupan dan kesehatan.

H. Sistem Organ dalam Tubuh Manusia

Mengenal anatomi fisiologi tubuh manusia dalam bentuk sistem organ yang meliputi 12 sistem sebagai berikut :

1. Sistem Integument
2. Sistem Skeletal
3. Sistem Muscular
4. Sistem Persyarafan
5. Sistem Endokrin
6. Sistem Kardiovaskular
7. Sistem Limfatik
8. Sistem Pernapasan
9. Sistem Pencernaan
10. Sistem Perkemihan
11. Sistem Reproduksi Pria
12. Sistem Reproduksi Wanita

Pembahasan lebih dalam tentang sistem-sistem tersebut akan dipelajari di bab selanjutnya⁴

I. Ciri-Ciri Manusia Sebagai Makhluk Hidup

Manusia adalah makhluk hidup yang mempunyai sifat-sifat membedakan makhluk hidup dari benda mati dan yang memungkinkan sel-sel hidup untuk melaksanakan aktivitas yang diperlukan untuk mempertahankan hidup. Sifat-sifat tersebut meliputi :

1. Iritabilitas atau Keresponsifan adalah kemampuan untuk merespons rangsang yang berasal dari dalam atau dari luar lingkungan
2. Konduktivitas adalah kemampuan untuk melakukan atau mentransmisikan iritabilitas (rangsang) dari satu sisi ke sisi lain, sifat ini sangat berkembang dalam sel saraf dan sel otot.
3. Pergerakan adalah hasil dari penyusutan atau pengerutan sel dan sifat ini berkembang dengan baik terutama dalam sel otot
4. Pertumbuhan adalah penambahan ukuran sel individu atau penambahan jumlah sel
5. Reproduksi adalah kemampuan makhluk hidup untuk berkembang atau melangsungkan keturunan
6. Metabolisme adalah jumlah total dari seluruh reaksi kimia yang terjadi pada makhluk hidup. Proses kimia yang dimaksud adalah katabolisme atau pemecahan molekul kompleks menjadi zat yang lebih sederhana dan anabolisme pembentukan makromolekul kompleks dari zat yang lebih sederhana.

Adapun metabolisme dalam tubuh bergantung pada proses-proses berikut ini;

- a. Pencernaan adalah proses pemecahan makanan kompleks (karbohidrat, protein, dan lemak) menjadi

⁴ Guyton & Hall. Buku ajar fisiologi kedokteran. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta, (2012). Hal 30-33

- molekul-molekul sederhana (gula/glukosa, asam amino, asam lemak, dan gliserol) untuk diabsorpsi
- Pernapasan mengacu pada proses pertukaran oksigen dan karbondioksida antara sel-sel tubuh dengan lingkungan luar
 - Pernapasan selular adalah proses pemakaian nutrisi oksigen oleh sel tubuh untuk memproduksi energi dan karbondioksida
 - Sirkulasi cairan tubuh membawa oksigen dan nutrisi menuju sel dan mengeluarkan hasil metabolisme dari sel
 - Ekskresi adalah pengeluaran sisa hasil metabolisme dari dalam tubuh

J. Struktur Tubuh Manusia

SEL(Unsur Dasar Jaringan Tubuh yang terdiri atas Inti Sel atau Nukleus dan Protoplasma)

JARINGAN(Kumpulan Sel Khusus dengan Bentuk dan Fungsi yang sama)

ORGAN (Bagian Tubuh atau Alat Manusia dengan Fungsi Khusus)

SISTEM(Susunan Alat dengan Fungsi Tertentu)⁵

K. Tokoh-Tokoh Historis di Bidang Anatomi Fisiologi

Untuk melengkapi wawasan kita dalam lingkup konsep dasar anatomi fisiologi, di akhir pembahasan topik ini kita perlu mengenal pula beberapa tokoh-tokoh historis di bidang anatomi fisiologi berikut ini.

⁵ Marieb, E.N, Wilhelm, P.B & Mallat J. Human Anatomy 6th ed media Update. Benjamin Cummings. Jakarta . hal 5

1. Hippocrates (460-375 SM), pendiri sekolah pengobatan tertua di Yunani juga dikenal sebagai “Bapak Pengobatan”. Ia memberikan suatu dasar ilmiah di bidang praktik medis dan Namanya dihubungkan dengan sumpah Hippocrates, yang menjadi pedomanetik profesi kedokteran
2. Aristoteles (384-322 SM), adalah ahli anatomi komparatif pertama yang memahami hubungan antara struktur dan fungsi. Ia membuat klasi-klasi sistematika tentang binatang
3. Galen (131-201), dianggap sebagai tokoh terpenting dalam sejarah pengobatan setelah Hippocrates. Ia adalah ahli fisiologi eksperimen pertama. Bukunya, *Uses Of the Parts Of the Body Of Man*. Memperlihatkan bagaimana organ-organ tubuh terkonstruksi dengan sempurna dan beradaptasi sesuai dengan fungsinya.
4. Leonardo Da Vinci (1451-1519), adalah seorang seniman, Insinyur, Penemu, dan Ilmu yang telah mewariskan gambar-gambar mengenai kerja otot dan aktivitas kardiovaskuler
5. Andreas Vesalius (1514-1564), adalah seorang guru dan ahli bedah yang menulis *Humani Corporis Fabrica Libri Septem* (tujuh buku mengenai struktur tubuh manusia) yang menjadi dasar anatomi dan fisiologi modern
6. William Harvey (1578-1657), salah satu ahli anatomi yang paling terkenal di sepanjang sejarah. Menemukan proses sirkulasi darah suatu kejadian penting dalam sejarah pengobatan.⁶

LATIHAN 1

Untuk memperdalam pemahaman mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Jelaskan pokok-pokok pengertian anatomi dan fisiologi!
2. Sebutkan 5 istilah anatomi berdasarkan posisi anatomi dengan memperhatikan garis arah dan bidang imajiner!
3. Jelaskan tingkatan organisasi dalam tubuh man

⁶ ibid, Coad Jane, hal 28

TOPIK 2

SISTEM MUSKULOSKELETAL

A. Pengertian Anatomi Fisiologi Sistem Muskuloskeletal

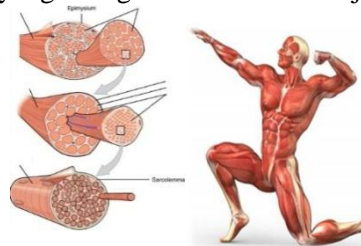
Bertemu kembali pada pembelajaran topik yang kedua tentang Sistem Muskuloskeletal. Sebagaimana diketahui bersama bahwa disadari maupun tidak, tubuh manusia selalu melakukan gerak. Bahkan seseorang yang memiliki ketidak sempurnaan alat gerak pun tetap melakukan gerak. Saat kita tersenyum, mengedipkan mata, atau bernapas sesungguhnya telah terjadi gerak yang disebabkan oleh kontraksi otot. Manusia dapat melakukan segala macam aktivitas bergerak itu karena dia memiliki sistem organ gerak yaitu sistem musculoskeletal. Gerak adalah suatu tanggapan terhadap rangsangan baik dari dalam maupun luar, gerak tidak terjadi begitu saja. Gerak terjadi melalui mekanisme yang rumit dan melibatkan banyak bagian tubuh.

Gerak pada manusia disebabkan oleh kontraksi otot yang menggerakkan tulang. Jadi, gerak merupakan kerjasama antara tulang dan otot. Maka dari itu, tubuh manusia terdapat sistem musculoskeletal yang berperan dalam situasi tersebut. Muskuloskeletal terdiri dari otot dan tulang. Tulang sebagai alat gerak pasif karena hanya mengikuti kendali otot, sedangkan otot disebut alat gerak aktif karena mampu berkontraksi, sehingga mampu menggerakkan tulang. Pembelajaran pada topik yang kedua ini kita akan membahas tentang anatomi dan fisiologi sistem musculoskeletal, sehingga para mahasiswa mampu mengidentifikasi tentang konsep sistem musculoskeletal, sistem otot (muskular), sistem rangka (skeletal), serta mengenali kelainan dan gangguan yang umum terjadi pada sistem musculoskeletal.

Sistem Muskuloskeletal merupakan penunjang bentuk tubuh dan bertanggung jawab terhadap pergerakan. Sistem Muskuloskeletal terdiri dari kata *Muskulo* yang berarti “otot” dan kata *Skeletal* yang berarti “tulang”. Muskulo atau muskular adalah jaringan otot-otot tubuh. Ilmu yang

mempelajari tentang muskulo atau jaringan otot-otot tubuh adalah myologi. Skeletal atau osteo adalah tulang kerangka tubuh, yang terdiri dari tulang dan sendi. Ilmu yang mempelajari tentang skeletal atau osteo tubuh adalah osteology. Muskulus (muscle) otot merupakan organ tubuh yang mempunyai kemampuan mengubah energi kimia menjadi energi mekanik atau gerak sehingga dapat berkontraksi untuk menggerakkan rangka, sebagai respons tubuh terhadap perubahan lingkungan. Otot disebut alat gerak aktif karena mampu berkontraksi, sehingga mampu menggerakkan tulang.

Semua sel-sel otot mempunyai kekhususan yaitu untuk berkontraksi. Otot membentuk 40-50% berat badan, kira-kira sepertiganya merupakan protein tubuh dan setengahnya tempat terjadinya aktivitas metabolik saat tubuh istirahat. Terdapat lebih dari 600 buah otot pada tubuh manusia. Sebagian besar otot-otot tersebut dilekatkan pada tulang-tulang kerangka tubuh dan sebagian kecil ada yang melekat di bawah permukaan kulit. Gabungan otot berbentuk kumparan dan terdiri dari, 1) Fascia, adalah jaringan yang membungkus dan mengikat jaringan lunak. Fungsi fascia yaitu mengelilingi otot, menyediakan tempat tambahan otot, memungkinkan struktur bergerak satu sama lain dan menyediakan tempat peredaran darah dan saraf. 2) Ventrikel (empal), merupakan bagian tengah yang mengembung dan, 3) Tendon (urat otot), yaitu kedua ujung yang mengecil tersusun dari jaringan ikat dan bersifat liat.⁷



Gambar 2.1 Sistem Otot Manusia

⁷ Landau, B.R. Essential human anatomy and physiology, 2nd edition. Scott Foresman and Company Glenview. (1980). Hal 50-52

B. Sistem Muskuler

1. Otot (Muskular)

Semua sel-sel otot mempunyai kekhususan yaitu untuk berkontraksi. Terdapat lebih dari 600 buah otot pada tubuh manusia, sebagian besar otot-otot tersebut dilekatkan pada tulang-tulang kerangka tubuh oleh tendon, dan sebagian kecil ada yang melekat di bawah permukaan kulit. Sistem muskuler terdiri dari otot, tendon dan ligamen.

A. Fungsi Sistem Muskuler

Adapun fungsi sistem muskuler atau otot meliputi hal berikut ini.

- 1) Pergerakan. Otot menghasilkan gerakan pada tulang tempat otot tersebut melekat dan bergerak dalam bagian organ internal tubuh
- 2) Penopang tubuh dan mempertahankan postur. Otot menopang rangka dan mempertahankan tubuh saat berada dalam posisi berdiri atau saat duduk terhadap gaya gravitasi
- 3) Produksi panas. Kontraksi otot-otot secara metabolis menghasilkan panas untuk mempertahankan suhu tubuh normal

B. Ciri-ciri Sistem Muskuler

Sistem muskuler memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- 1) Kontraksilitas. Serabut otot berkontraksi dan menegang, yang dapat atau tidak melibatkan pemendekan otot
- 2) Kontraksilitas. Serabut otot berkontraksi dan menegang, yang dapat atau tidak melibatkan pemendekan otot
- 3) Eksitabilitas. Serabut otot akan merespons dengan kuat jika distimulasi oleh impuls saraf
- 4) Kontraksilitas. Serabut otot berkontraksi dan menegang, yang dapat atau tidak melibatkan pemendekan otot
- 5) Eksitabilitas. Serabut otot akan merespons dengan

kuat jika distimulasi oleh impuls saraf

- 6) Ekstensibilitas. Serabut otot memiliki kemampuan untuk menegang melebihi panjang otot saat rileks
- 7) Elastisitas. Serabut otot dapat kembali ke ukuran semula setelah berkontraksi atau meregang⁸

C. Jenis-jenis Otot

Otot dibedakan menjadi beberapa macam yaitu, sebagai berikut.

- 1) Otot Rangka, merupakan otot lurik, volunteer, dan melekat pada rangka. Karakteristik otot rangka sebagai berikut.
 - a. Serabut otot sangat panjang sampai 30 cm, berbentuk silindris dengan lebar berkisar antara 10 mikron sampai 100 mikron
 - b. Setiap serabut memiliki banyak inti yang tersusun di bagian perifer
 - c. Kontraksinya sangat cepat dan kuat

Struktur mikroskopik otot rangka adalah sebagai berikut.

- a. Otot skelet disusun oleh bundel-bundel paralel yang terdiri dari serabut-serabut berbentuk silinder yang panjang, disebut myofiber atau serabut otot
 - b. Setiap serabut otot sesungguhnya adalah sebuah sel yang mempunyai banyak nucleus di tepinya
 - c. Cytoplasma dari sel otot disebut sarcoplasma yang penuh dengan bermacam-macam organella, kebanyakan berbentuk silinder yang panjang disebut dengan myofibril
 - d. Myofibril disusun oleh myofilament yang berbeda-beda ukurannya, yaitu yang kasar terdiri dari protein myosin yang halus terdiri dari protein aktin atau actin
- 2) Otot Polos, merupakan otot tidak berlurik dan involunter. Jenis otot ini dapat ditemukan pada dinding

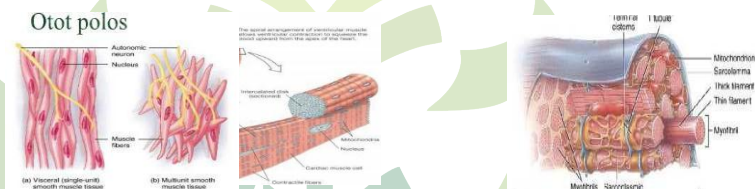
⁸ ibid, Coad Jane, hal 33

berongga seperti kandung kemih dan uterus, serta pada dinding tuba seperti pada sistem respiratorik, pencernaan, reproduksi, urinarius, dan sistem sirkulasi darah. Serabut otot berbentuk spindel dengan nucleus sentral. Serabut ini berukuran kecil, berkisar antara 20 mikron (melapisi pembuluh darah) sampai 0,5 mm pada uterus wanita hamil. Struktur mikroskopis otot polos adalah sarcoplasmanya terdiri dari myofibril yang disusun oleh myofilament. Ada dua kategori otot polos berdasarkan cara serabut otot distimulasi untuk berkontraksi, yaitu.

- a. Otot Polos Unit Ganda, ditemukan pada dinding pembuluh darah besar, pada jalan udara besar traktus respiratorik, pada mata yang memfokuskan lensa dan menyesuaikan ukuran pupil dan pada otot erektor vili rambut.
 - b. Otot Polos Unit Tunggal (viseral) ditemukan tersusun dalam lapisan dinding organ berongga atau visera. Semua serabut dalam lapisan mampu berkontak sebagai satu unit tunggal. Otot ini dapat bereksitasi sendiri atau miogenik dan tidak memerlukan stimulasi saraf eksternal untuk hasil dari aktivitas listrik spontan.
- 3) Otot Jantung, merupakan otot lurik yang disebut juga otot serat lintang involunter. Karakteristik otot ini hanya terdapat pada jantung. Otot jantung mempunyai sifat bekerja terus-menerus setiap saat tanpa henti, tapi otot jantung juga mempunyai masa istirahat yaitu setiap kali berdenyut. Struktur mikroskopis otot jantung mirip dengan otot skelet, memiliki banyak inti sel yang terletak di tepi agak ke tengah. Panjang sel berkisar antara 85-100 mikron dan diameternya sekitar 15 mikron.

Berdasarkan gerakannya otot jantung dibedakan menjadi dua yaitu :

- a. Otot Antagonis, yaitu hubungan antar otot yang cara kerjanya bertolak belakang atau tidak searah, menimbulkan gerak berlawanan. Contohnya : 1) Ekstensor (meluruskan) dengan flektor (membengkokkan), misalnya otot bicep dan otot trisep. 2) Depressor (gerakan ke bawah) dengan elevator (gerakan ke atas), misalnya gerak kepala menunduk dan menengadahkan.
- b. Otot Sinergi, yaitu hubungan antar otot yang cara kerjanya saling mendukung atau bekerjasama, menimbulkan gerakan searah. Contohnya pronator teres dan pronator kuadus.



Gambar 2.2 Tiga tipe jaringan otot: Otot Polos, Otot Rangka, dan Otot Jantung

Berdasarkan letaknya, otot dapat ditemukan diberbagai daerah bagian tubuh dengan nama-nama otot tertentu. Hansen dan Huxly (1995) mengemukakan teori kontraksi otot yang disebut model Sliding Filaments. Model ini menyatakan bahwa kontraksi terjadi berdasarkan adanya dua set filamen di dalam sel otot kontraktile yang berupa filamen aktin dan myosin. Ketika otot berkontraksi, aktin dan myosin bertautan dan saling menggelincir satu sama lain, sehingga sarkomer pun juga memendek.

Dalam otot terdapat zat yang sangat peka terhadap rangsang disebut asetilkolin. Otot yang terangsang menyebabkan asetilkolin terurai membentuk miogen yang

merangsang pembentukan aktomiosin. Hal ini menyebabkan otot berkontraksi, sehingga otot yang melekat pada tulang bergerak. Saat berkontraksi, otot membutuhkan energi dan oksigen. Oksigen diberikan oleh darah, sedangkan energi diperoleh dari penguraian ATP (adenosin trifosfat) dan kreatinfosfat. ATP terurai menjadi ADP (adenosin difosfat) + Energi, selanjutnya ADP terurai menjadi AMP (adenosin monofosfat) + Energi. Kreatinfosfat terurai menjadi kreatin + fosfat + energi. Energi-energi ini semua digunakan untuk kontraksi otot.⁹

D. Mekanisme Kerja Otot

Berikut ini beberapa mekanisme kerja otot.

- 1) Fleksor (bengkok) >< Ekstensor (meluruskan)
- 2) Supinasi (menengadah) >< Pronasi (tertelungkup)
- 3) Defesor (menurunkan) >< Lepator (menaikkan)
- 4) Sinergis (searah) >< Antagonis (berlawanan)
- 5) Dilatator (melebarkan) >< Konstriktor (menyempitkan)
- 6) Adductor (dekat) >< Abduktor (jauh)¹⁰

2. Tulang (Skeletal)

Terdiri dari tulang-tulang yang terpisah dan dihubungkan satu sama lain oleh sendi. Keseluruhan tulang-tulang ini akan membentuk rangka tubuh. Sistem rangka adalah bagian tubuh yang terdiri dari tulang, sendi dan tulang rawan (kartilago) sebagai tempat menempelnya otot dan memungkinkan tubuh untuk mempertahankan sikap dan posisi. Tulang sebagai alat gerak pasif karena hanya mengikuti kendali otot. Akan tetapi tulang-tulang mempunyai peranan penting karena gerak tidak akan terjadi tanpa tulang. Tubuh kita memiliki 206 tulang yang membentuk rangka, salah satu bagian terpenting dari sistem rangka adalah tulang belakang. Fungsi dari sistem skeletal atau rangka adalah :

⁹ Ibid, Landau, B.R, hal 52-54

¹⁰ Ibid, Guyton & Hall, hal 35

- Penyangga berdirinya tubuh, tempat melekatnya ligament, otot, jaringan linak dan organ. Membentuk kerangka yang berfungsi untuk menyangga tubuh dan otot-otot yang melekat pada tulang
- Penyimpanan mineral (kalsium dan fosfat) dan lipid (*yellow marrow*) atau hemopoiesis
- Produksi sel darah (*red marrow*)
- Pelindung, yaitu membentuk rongga melindungi organ yang halus dan lunak, serta memproteksi organ-organ internal dari trauma mekanis
- Penggerak, yaitu dapat mengubah arah dan kekuatan otot rangka saat bergerak karena adanya persendian.

Berdasarkan struktur tulang, tulang terdiri dari sel hidup yang tersebar diantara material tidak hidup (matriks). Matriks tersusun atas osteoblast (sel pembentuk tulang). Sedangkan osteoblast membentuk dan mensekresi protein kolagen dan garam mineral, jika pembentukan tulang baru dibutuhkan, osteoblast baru akan dibentuk. Jika tulang telah dibentuk, osteoblast akan berubah menjadi osteosit (sel tulang dewasa). Sel tulang yang telah mati akan dirusak oleh osteoklas (sel perusak tulang).



Gambar 2.3 Bagian Tulang pada Manusia

Terdapat berbagai jenis tulang yaitu tulang panjang (femur), tulang pendek (tulang-tulang pergelangan tangan), tulang ireguler (tulang-tulang muka dan bertebelas), tulang pipih (tulang-tulang kepala dan sternum). Selain itu, terdapat

tulang sesamoid merupakan tulang di dalam tendon contohnya tulang patella. Permukaan tulang tidak rata, tetapi berbenjol-benjol di satu tempat dan di tempat lainnya berlubang.

A. Klasifikasi Tulang

Jaringan tulang berdasarkan jaringan penyusun dan sifat-sifat fisiknya dibedakan menjadi tulang rawan dan tulang sejati.

1. Tulang Rawan, atau Kartilago terdiri dari 3 macam yaitu:
 - a. Tulang Rawan Hyalin, bersifat kuat dan elastis terdapat pada ujung tulang pipa
 - b. Tulang Rawan Fibrosa, yaitu memperdalam rongga dari cawan-cawan (tulang panggul) dan tulang rongga glenoid dari scapula
 - c. Tulang Rawan Elastis, yaitu terdapat dalam daun telinga, epiglottis dan faring

Proses pembentukan tulang rawan telah bermula sejak umur embrio 6-7 minggu dan berlangsung sampai dewasa. Pada rangka manusia, rangka yang pertama kali terbentuk adalah tulang rawan (kartilago) yang berasal dari jaringan mesenkim. Kemudian akan terbentuk osteoblast atau sel-sel pembentuk tulang osteoblast ini akan mengisi rongga-rongga tulang rawan.

Sel-sel tulang dibentuk terutama dari arah dalam keluar, atau proses pembentukannya konsentris. Setiap satuan-satuan sel tulang mengelilingi suatu pembuluh darah dan saraf membentuk suatu sistem yang disebut sistem Havers. Disekeliling sel-sel tulang berbentuk senyawa protein yang akan menjadi matriks tulang, kelak di dalam senyawa protein ini terdapat pula kapur dan fosfor sehingga matriks tulang akan mengeras, proses ini disebut osifikasi.

2. Tulang Sejati (**osteon**). Tulang ini bersifat keras dan berfungsi menyusun berbagai sistem rangka. Permukaan luar tulang dilapisi selubung fibrosa (periosteum). Lapis tipis jaringan ikat (endosteum) melapisi rongga sumsum dan meluas ke dalam kanalikuli tulang kompak. Secara

mikroskopis tulang terdiri dari beberapa komponen berikut ini:

- a. Sistem Havers (saluran yang berisi serabut saraf, pembuluh darah, aliran limfe)
- b. Lamella (lempeng tulang yang tersusun konsentris)
- c. Lacuna (ruangan kecil yang terdapat di antara lempengan-lempengan yang mengandung sel tulang)
- d. Kanalikuli (memancar di antara lacuna dan tempat difusi makanan sampai keosteron). ¹¹

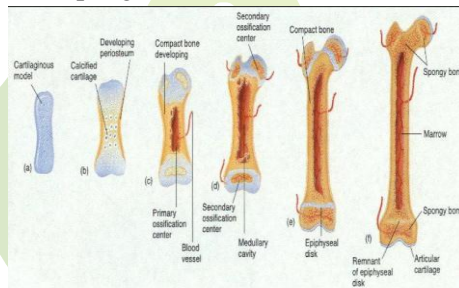
B. Berdasarkan Pembentukannya Tulang (OSSIFIKASI)

Tulang akan dibentuk dari tulang rawan hyalin atau membrane fibrosa pada rangka embrio, ossifikasi bermula sejak umur embrio 6-7 minggu dan berlangsung sampai dewasa. Mula-mula sel mesenchym (sel-sel jaringan ikat embrional) akan memasuki daerah ossifikasi, bila daerah tersebut banyak mengandung pembuluh darah akan membentuk osteoblast, bila tidak akan membentuk chondroblast. Terdapat dua jenis ossifikasi yaitu :

- a. Ossifikasi intra-membranasea (Desmal) merupakan pembentukan tulang dari membrane fibrosa di kepala yang menutupi bakal otak embrio. Osteoblast akan mensekresikan zat interseluler seperti serat-serat kolagen, yang di dalamnya akan didepositkan garam kapur sehingga terbentuklah tulang. Osteoblast yang telah dikelilingi zat kapur menempati lacuna dan berubah menjadi osteocyte.
- b. Ossifikasi endochondral (intra-cartilagenosa) merupakan pembentukan tulang dari tulang rawan hyalin embrio. Mula-mula pembuluh darah menembus perichondrium di bagian tengah tulang rawan, merangsang sel-sel perichondrium berubah menjadi osteoblast. Osteoblast ini akan membentuk suatu lapisan tulang kompakta, perichondrium berubah menjadi periosteum. Bersamaan dengan proses ini, pada bagian dalam tulang rawan

¹¹ Ibid, Marieb, E.N, dkk, hal 10-12

tepatnya daerah diaphysis sebagai pusat ossifikasi primer, sel-sel tulang rawan hyperthropi (membesar) dan akhirnya pecah. Sehingga terjadi kenaikan Ph (alkalis) zat kapur pun didepositkan (calsifikasi) dengan demikian terganggu lah nutrisi sel-sel tulang rawan yang mengakibatkan kematian sel-sel ini. Kemudian akan terjadi degenerasi (kemunduran bentuk dan fungsi) dan pelarutan dari zat-zat interseluler (termasuk zat kapur) bersamaan dengan masuknya pembuluh darah ke daerah ini, sehingga terbentuklah rongga (canalis medullaris) untuk sumsum tulang. Pada tahap selanjutnya pembuluh darah akan memasuki daerah epifise sehingga terjadi pusat ossifikasi sekunder, terbentuklah spongiosa.¹²



Gambar 2.4 Posisi berdasarkan pembentukan tulang

C. Beberapa Kelainan Klinik

- a. Riketsia, suatu penyakit defisiensi vitamin D pada anak-anak yang menyebabkan zat kapur kurang diabsorpsi dari dari usus, sehingga proses pembentukan tulang dari cakram epifise terganggu, cakram epifise menjadi lebar membenjol
- b. Osteoporosis, suatu penyakit dimana terjadi penurunan masa tulang (pengurangan jaringan tulang) terutama terjadi pada tulang spongiosa.
- c. Osteomyelitis, penyakit infeksi yang menyerang jaringan tulang

¹² Ibid, Guyton & Hall, hal 37

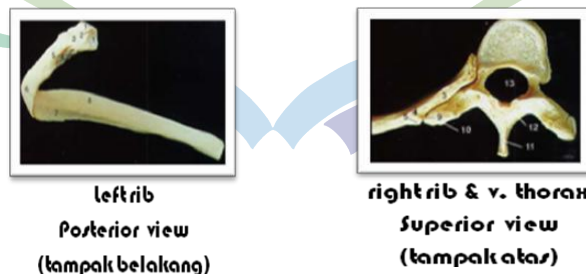
- d. Patah tulang, disebut tertutup apabila tidak mencuat keluar dari kulit bila patahan tulang mencuat keluar dari kulit disebut terbuka¹³

D. Pembagian Sitem Skeletal, dibentuk oleh 206 buah tulang yang terbagi dalam 2 bagian besar :

Axial Skeleton. Rangka polos (rangka polos, 80 tulang) yaitu costa sternum, tulang-tulang kepala dan tulang-tulang vertebrata, tulang-tulang ini membentuk sumbu tubuh. Tulang kepala (tengkorak otak 8 buah, tengkorak wajah 14 buah, tulang telinga 6 buah, tulang Hyoid → tulang lidah di pangkal leher 1 buah, tulang telinga 6 buah, tulang Hyoid → tulang lidah di pangkal leher 1 buah, tulang belakang dan pinggul 26 buah, kerangka dada 25 buah)



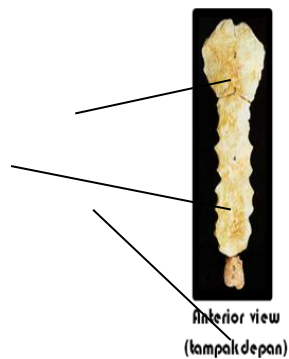
Gambar 2.4 Tulang Kepala dan Columna Vertebralis



Gambar 2.5 Costae dan Sternum

- ✓ Costae terdiri dari 12 pasang, costa 1-7 → vera, costa 8-12 → spuria, costa 7 → vertebrachondral
- ✓ Sternum terdiri dari manubrium sterni, corpus, prosessus xyphoideus

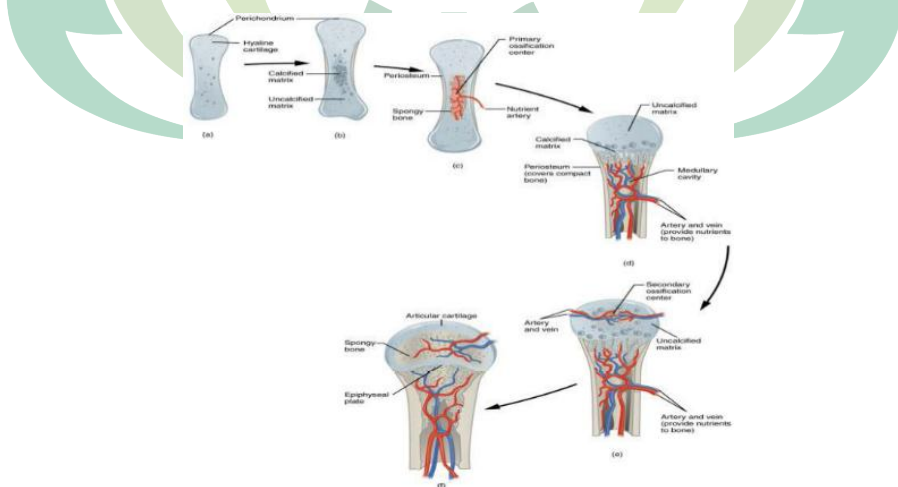
¹³ Ibid, Marieb, E.N, dkk, hal 13



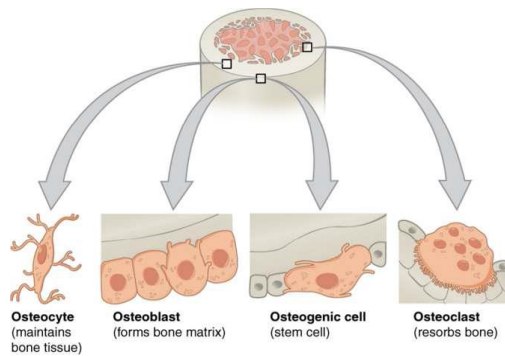
Gambar 2.6 Appendicular Skeleton

Rangka tambahan, 126 tulang yaitu tulang-tulang gelang bahu, ekstermitas atas, gelang panggul dan ekstermitas bawah.

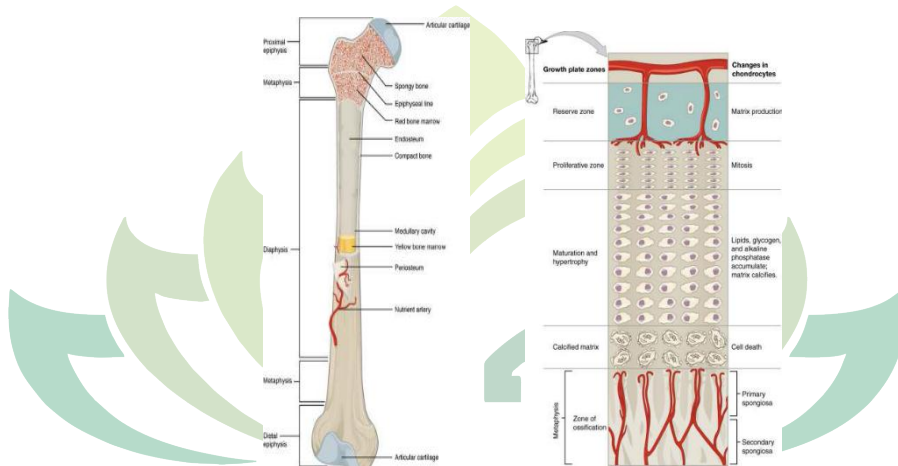
- Gelang bahu
- Ekstermitas atas
- Gelang panggul
- Ekstermitas bawah



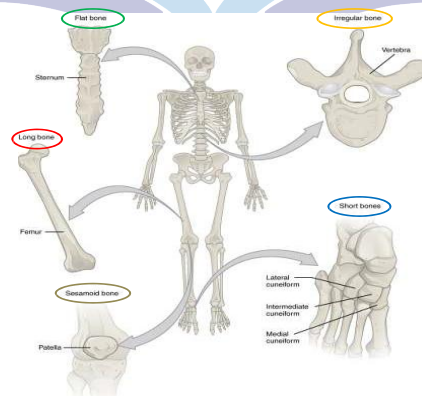
Gambar 2.7 Ossifikasi Endochondral



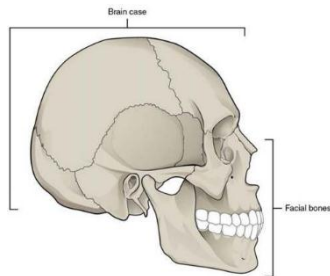
Gambar 2.8 Sel Penyusun Tulang



Gambar 2.9 Pembentukan Tulang



Gambar 2.10 Fisiologi Sistem Pembentukan Tulang



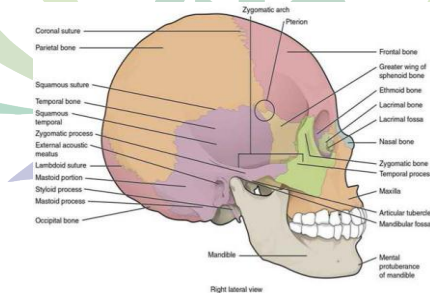
Gambar 2.11 Tulang Tengkorak

Dibagi menjadi 2 bagian :

1. 8 tulang cranium
2. 14 tulang wajah

1. Tulang Kranium

- a. 1 tulang oksipital (tulang kepala belakang)
- b. 2 tulang parietal (tulang ubun-ubun)
- c. 1 tulang frontal (tulang dahi)
- d. 2 tulang temporal (tulang pelipis)
- e. 1 tulang etmoid (tulang tapis)
- f. 1 tulang sfenoid (tulang baji)



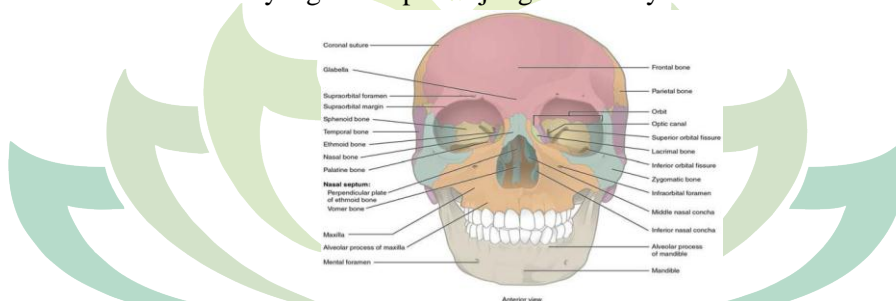
Gambar 2.12 Tulang Kranium

2. Tulang Wajah

✓ Bagian rahang

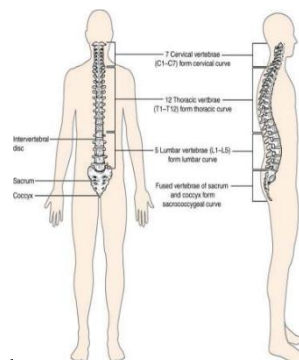
- a. 2 Os maksila (tulang rahang atas)
- b. 1 Os mandibula (tulang rahang bawah)
- c. 2 Os zigomatikum (tulang pipi)
- d. 2 Os palakum (tulang langit-langit)

- ✓ Bagian hidung
 - a. 2 Os nasale (tulang hidung)
 - b. 1 Os vomer (sekat rongga hidung)
 - c. 2 Os lakrimalis (tulang mata)
 - d. 2 Os konka nasal (tulang karang hidung)
- ✓ Bagian tulang-tulang batang tubuh (rangka dada)
 - a. Sternum (tulang dada) = 1 buah
 - b. Iga (costae) = 12 pasang
 - c. Kolumna vertebralis = 12 ruas
- ✓ Bagian tulang-tulang iga
 - a. 7 pasang iga sejati (I-VII), karena melekat pada sternum melalui tulang rawan
 - b. 5 pasang iga palsu (VIII-XII), karena iga VIII-X melekat pada tulang rawan iga di atasnya dan XI-XII melayang bebas pada ujung anteriornya



Gambar 2.13 bagian-bagian tulang wajah

- ✓ Bagian Vertebrata
 - a. 7 vertebra servikalis
 - b. 12 vertebra torakalis
 - c. 5 vertebra lumbalis
 - d. 5 vertebra sakralis
 - e. 4 vertebra koksigis



Gambar 2.14 bagian tulang vertebrata

a. Tulang gelang bahu:

- b. Humerus 2 buah

c. Lengan bawah

-
- This diagram illustrates the skeletal structure of the human arm and hand. The upper arm consists of the humerus, with the acromion process and coracoid process at the shoulder. The forearm is composed of the radius and ulna, with the radial tubercle and olecranon process visible. The hand bones include the carpals (scaphoid, trapezoid, trapezium, pisiform, trapezoid, trapezium, pisiform, trapezoid, trapezium, pisiform), metacarpals, and phalanges. The diagram also shows the clavicle, sternum, and scapula at the base of the arm.

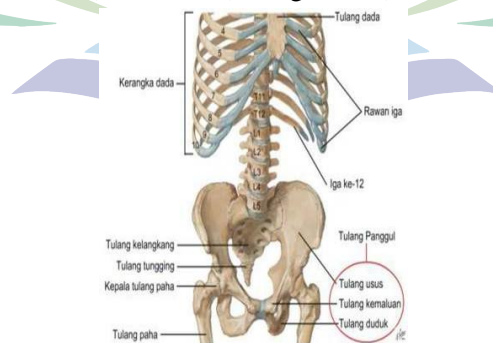
Gambar 2.15 bagian tulang Extremitas atas

d. Tangan

- 8 pasang tulang karpal
- 5 pasang tulang metacarpal
- 14 pasang tulang falange

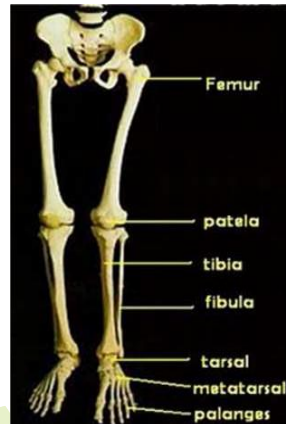
- ✓ Bagian Tulang Panggul (Pelvis)

- Tulang sakrum, gabungan dari 5 vertebrata sakralis
- Tulang koksigis, gabungan dari 3 vertebrata koksigis
- Tulang coxae, illium (tulang usus), pubis (tulang kemaluan), iskhium (tulang duduk)



Gambar 2.16 bagian tulang Extremitas bawah

- ✓ Tulang Ekstremitas Bawah
 - a. Tulang pangkal paha (Os coxae)
 - Ilium (tulang usus)
 - Pubis (tulang kemaluan)
 - Iskhium (tulang duduk)
 - b. Femur 2 buah
 - c. Patella 2 buah
 - d. Tungkai bawah
 - Fibula 2 buah
 - Tibia 2 buah
 - e. Tulang-tulang kaki
 - Tarsal 14 buah
 - Metatarsal 10 buah
 - Falangus 28 buah¹⁴



1. SENDI

Persendian adalah tempat perhubungan antara tulang-tulang atau antara tulang sejati dengan tulang rawan. Sistem tulang hanya bisa dibengkokkan atau diputar di daerah sendi saja karena tulang sendiri terlalu keras untuk dibengkokkan. Hubungan antar tulang disebut *Artikulasi*, agar artikulasi dapat bergerak diperlukan struktur khusus yang disebut sendi. Dengan adanya sendi, membantu mempermudah gerakan, sendi yang menyusun kerangka manusia terdapat di beberapa tempat. Terdapat tiga jenis hubungan antar tulang, yaitu Sinartrosis, Amfiartosis, dan Diartosis.

1. Sinartrosis (suture) disebut juga dengan sendi mati, yaitu hubungan antara dua tulang yang tidak dapat digerakkan sama sekali, strukturnya terdiri atas fibrosa. Artikulasi ini tidak memiliki celah sendi dan dihubungkan dengan jaringan serabut, dijumpai pada hubungan tulang-tulang tengkorak yang disebut sutura atau suture.

¹⁴ Wijaya. Anatomi dan alat-alat rongga panggul. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta. (1996) Hal 50-54

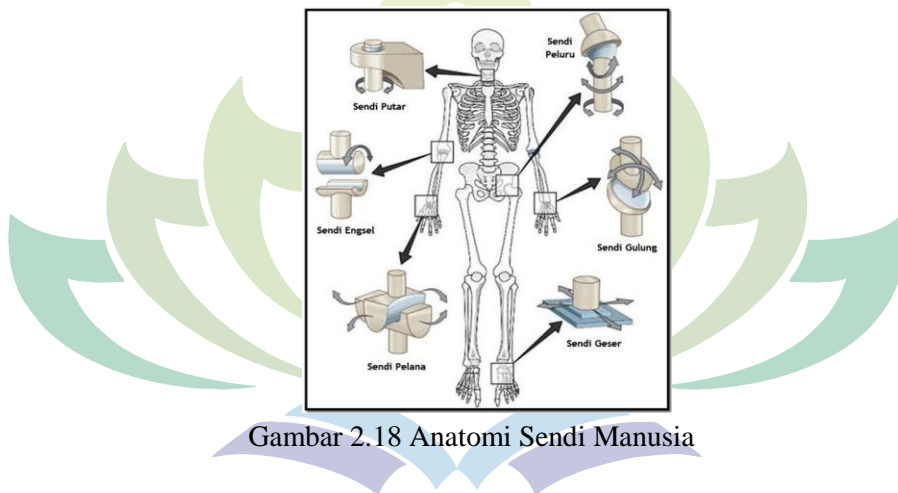
2. Amfiartosis disebut juga dengan sendi kaku, yaitu hubungan antara dua tulang yang dapat digerakkan secara terbatas. Artikulasi ini dihubungkan dengan kartilago, dijumpai pada hubungan ruas-ruas tulang belakang, tulang rusuk dengan tulang belakang.
3. Diartosis disebut juga dengan sendi hidup, yaitu hubungan antara dua tulang yang dapat digerakkan secara leluasa atau tidak terbatas, terdiri dari struktur synovial. Untuk melindungi bagian ujung-ujung tulang sendi, di daerah persendian terdapat rongga yang berisi minyak sendi atau cairan. Synovial yang berfungsi sebagai pelumas sendi, contohnya sendi peluru (tangan dengan bahu), sendi engsel (siku), sendi putar (kepala dan leher), dan sendi pelana (jempol atau ibu jari).

Diartosis dapat dibedakan menjadi:

- 1) Sendi Engsel, yaitu hubungan antar tulang yang memungkinkan gerakan hanya satu arah saja. Dijumpai pada hubungan tulang Os Humerus dengan Os Ulna dan Os Radius atau sendi pada siku, hubungan antar Os Femur dengan Os Tibia dan Os Fibula atau sendi pada lutut
- 2) Sendi Putar, yaitu hubungan antar tulang yang memungkinkan salah satu tulang berputar terhadap tulang yang lain sebagai porosnya. Dijumpai pada hubungan antar Os Humerus dengan Os Ulna dan Os Radius, hubungan antar Os Atlas dengan Os Cranium
- 3) Sendi Pelana, yaitu hubungan antar tulang yang memungkinkan gerakan ke segala arah atau gerakan bebas. Dijumpai pada hubungan antar Os Scapula dengan Os Humerus, hubungan antar Os Femur dengan Os Pelvis virilis.
- 4) Sendi Kondiloid atau Elipsoid, yaitu hubungan antar tulang yang memungkinkan gerakan berporos dua, dengan gerak ke kiri dan ke kanan, gerakan maju dan mundur, gerakan muka atau depan dan belakang. Ujung tulang yang satu berbentuk oval dan masuk ke dalam suatu lekuk yang

berbentuk elips. Dijumpai pada hubungan Os Radius dengan Os Carpal.

- 5) Sendi Peluru, yaitu hubungan antar tulang yang memungkinkan gerakan ke segala arah atau gerakan bebas. Dijumpai pada hubungan Os Scapula dengan Os Humerus, hubungan antar Os Femur dengan Os Pelvis virilis.
- 6) Sendi Luncur, yaitu hubungan antar tulang yang memungkinkan gerakan badan melengkung ke depan (membungkuk) dan ke belakang serta gerakan memutar (menggeliat), hubungan ini dapat terjadi pada hubungan antar ruas tulang belakang, persendian antara pergelangan tangan dan tulang pengumpil.¹⁵



Gambar 2.18 Anatomi Sendi Manusia

A. Gerakan-gerakan pada Sendi

1. Bergeser, berupa pergeseran antara tulang. Contohnya gerakan pada sendi-sendi diantara tulang carpalia dan tarsalia, terjadi pada sendi geser
2. Extensi, berupa gerakan pelurusan sendi, terjadi pada sendi engsel. Contohnya extensi sendi lutut
3. Flexi, berupa gerakan pembengkokan sendi, terjadi pada sendi engsel. Contohnya flexi sendi jari-jari

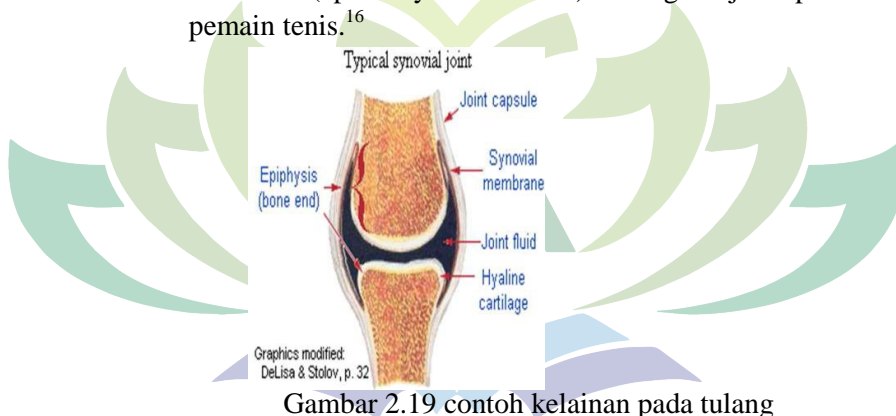
¹⁵ Sherwood, Lauralle. Fisiologi manusia. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. (2001) Hal 80-81

4. Abduksi, berupa gerakan yang menjauhi sumbu tubuh, terjadi pada sendi peluru. Contohnya mengangkat lengan kesamping.
5. Adduksi, gerakan yang mendekati sumbu tubuh, gerakan ini berlawanan dengan gerakan abduksi
6. Rotasi, berupa gerakan berputar, terjadi pada sendi putar, misalnya gerakan ketika menggelengkan kepala
7. Circumduksi, gerakan dimana ujung distal satu tulang membentuk satu lingkaran sedangkan ujung proksimalnya tetap, terjadi pada sendi peluru. Contohnya gerakan memutar lengan 1 lingkaran mengitari bahu
8. Pronasi, gerakan memutar lengan bawah untuk membalikkan telapak tangan, sehingga telapak tangan menghadap ke bawah bila lengan bawah ditaruh di atas meja
9. Supinasi, gerakan yang berlawanan dengan pronasi
10. Protaksi, gerakan mendorong mandibula keluar
11. Retraksi, gerakan mandibula ke dalam

B. Beberapa Kelainan Klinik

12. Fraktur Columna Vertebralis, sering terjadi pada T12 sampai L2 karena terjatuh dari tempat dan mendarat dengan kaki atau pantat, sering disertai dislokasi dan kerusakan medulla spinalis ataupun syaraf-syaraf dapat menyebabkan kelumpuhan
13. Hernia Nukleus Pulposus, discus intervertebralis di bawah L4 dan L5 sering terkena tekanan berat misalnya mengangkat beban yang berat sambil membungkuk
14. Kyphosis, bungkuk yang terjadi karena infeksi TBC vertebrae atau proses penuaan (osteoporosis dan osteomalasia)
15. Lordosis, sebaliknya dari kyphosis disini lengkung lumbar melekok ke dalam terjadi karena perut bersadan berat pada obesitas ataupun kehamilan
16. Scoliosis, bila columna vertebralis membungkuk ke arah membentuk huruf "S"

- 17.Arthritis, peradangan sendi (tulang rawan, synovia, ligament)
- 18.Rheumatism (rheumatic), segala sesuatu yang berhubungan dengan rasa sakit dari alat gerak yaitu otot, tulang, ligament, synovia, sendi dan lain-lain
- 19.Dislokasi (lepas, sendi) bila sendi terlepas dari tempatnya disertai dengan sobeknya ligamen
- 20.Sprain (keseleo, salah urat) bila sendi terpelintir disertai terlukanya capsula fibrosa ataupun ligament tanpa terjadinya dislokasi
- 21.Strain, keadaan di mana otot terlalu diregangkan karena beban terlalu berat sehingga terlalu sakit
- 22.Tenis Elbow, strain otot-otot dan urat lengan bawah yang menimbulkan sakit di ujung bawah lateral humerus (epicondylus lateralis) sering terjadi pada pemain tenis.¹⁶



Gambar 2.19 contoh kelainan pada tulang

4. TENDON

Tendon adalah tali atau urat daging yang kuat bersifat fleksibel, yang terbuat dari fibrous protein (kolagen). Tendon berfungsi melekatkan tulang dengan otot atau otot dengan otot. Berdasarkan cara melekatnya pada tulang, tendon dibedakan sebagai berikut.

- a. Origo, merupakan tendon yang melekat pada tulang yang tidak berubah kedudukannya ketika otot berkontraksi

¹⁶ Ibid, Wijaya, hal 54-55

- b. Inersio, merupakan tendon yang melekat pada tulang yang bergerak ketika otot berkontraksi¹⁷

LATIHAN 2

Untuk memperdalam pemahaman mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Jelaskan pengertian sistem muskuloskeletal!
2. Sebutkan dan jelaskan fungsi sistem muskuler atau otot!
3. Sebutkan dan jelaskan fungsi sistem skeletal!
4. Jelaskan karakteristik tulang spongiosa!



¹⁷ Ibid, Sherwood, Lauralle, hal 82

MODUL 2

SISTEM PERNAPASAN, SISTEM PERSYARAFAN DAN SISTEM KARDIOVASKULER

PENDAHULUAN

Mahasiswa Pendidikan Biologi yang berbahagia, selamat bertemu di bab 2 tentang Sistem Pernapasan, Sistem Persyarafan dan Sistem Kardiovaskuler. Pada bab ini Saudara akan belajar tentang anatomi fisiologi manusia sebagai elemen konsep dasar mata kuliah yang dihubungkan erat dengan submateri topik sistem pernapasan, sistem persyarafan dan sistem kardiovaskuler.

Pada bab ini kita diajak untuk mempelajari anatomi fisiologi manusia secara konseptual. Pembahasan pada materi ini memberikan gambaran tentang perubahan yang terjadi pada sistem tubuh, misalnya manusia hidup pada lapisan bawah atmosfer yang terutama terdiri dari N₂, O₂, dan sedikit CO₂. Kita harus terlebih dahulu mengetahui struktur dan fungsi tiap alat dari susunan tubuh manusia secara fisiologis. Pengetahuan tentang anatomi fisiologi manusia merupakan dasar yang penting dalam melaksanakan pembelajaran. Selain itu, pada bab ini kita juga akan mempelajari tentang sistem pernapasan, sistem persyarafan dan sistem kardiovaskuler.

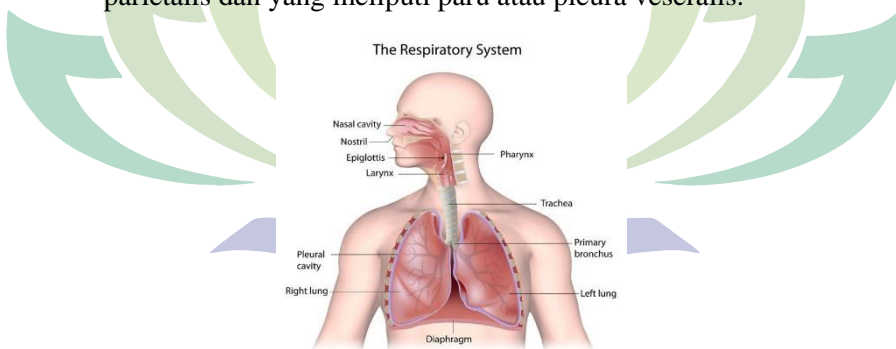
Bab 2 ini terdiri atas 3 topik, yaitu (1) pentingnya mengenal sistem pernapasan, (2) pentingnya mengenal sistem persyarafan, dan (3) pentingnya mengenal sistem kardiovaskuler. Setelah mempelajari materi di bab ini, secara umum mahasiswa mampu mengidentifikasi sistem pernapasan, sistem persyarafan dan sistem kardiovaskuler. Sedangkan secara khusus mahasiswa mampu mengidentifikasi.

1. Anatomi fisiologi sistem pernapasan
2. Anatomi fisiologi sistem persyarafan
3. Anatomi fisiologi sistem kardiovaskuler

TOPIK 1 SISTEM PERNAPASAN

1. Pengertian Anatomi Fisiologi Sistem Pernapasan

Respirasi atau pernapasan merupakan suatu mekanisme pertukaran gas oksigen (O₂) yang dibutuhkan tubuh untuk metabolisme sel dengan karbondioksida (CO₂) yang dihasilkan dari metabolisme. Sistem respirasi terdiri dari 2 bagian yaitu, 1) saluran nafas bagian atas, udara yang masuk pada bagian ini dihangatkan, disaring dan dilembabkan, dan 2) saluran nafas bagian bawah (paru) merupakan tempat pertukaran gas. Pertukaran gas terjadi di paru. Alveoli merupakan tempat terjadinya pertukaran gas antara O₂ dan CO₂ di paru, pompa muskuloskeletal yang mengatur pertukaran gas dalam proses respirasi terdapat pada rongga pleura dan dinding dada. Rongga pleura terbentuk dari dua selaput serosa, yang meliputi dinding dalam rongga dada yang disebut pleura parietalis dan yang meliputi paru atau pleura visceralis.¹⁸



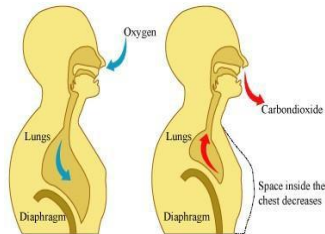
Gambar 1.1 Sistem Respirasi manusia

1. Organ Pernapasan

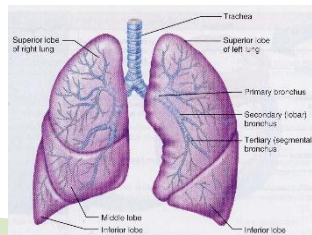
Organ pernapasan pertama yang kita pelajari adalah organ pernapasan atas. Organ pernapasan atas ini terdiri atas hidung, *nasofaring* (terdapat *pharyngeal tonsil* dan *tuba eustachius*),

¹⁸ Sloane, Ethel. Anatomi dan fisiologi untuk pemula, alih Bahasa, James Veldman, editor edisi Bahasa Indonesia, Palupi Widyastuti. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta, (2012). Hal 50

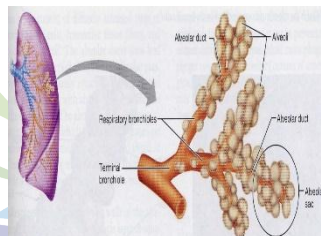
orofaring (merupakan pertemuan rongga mulut dengan faring, terdapat pangkal lidah), dan *laringofaring* (tempat persilangan antara aliran udara dan aliran makanan).



Gambar 1.2 Proses aliran udara manusia



Gambar 1.3 Bagian dalam paru-paru



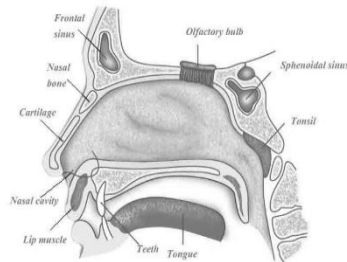
Gambar 1.4 Proses respirasi dalam paru-paru

a. Hidung

Hidung atau nasal merupakan saluran udara yang pertama, mempunyai dua lubang (kavum nasi), dipisahkan oleh sekat hidung (septum nasi). Di dalamnya terdapat bulu-bulu yang berguna untuk menyaring udara, debu, dan kotoran yang masuk ke dalam lubang hidung.

Bagian depan terdapat nares (*cuping hidung*) anterior dan di belakang berhubungan dengan bagian atas faring (*nasofaring*). Rongga hidung terbagi menjadi 2 bagian yaitu vestibulum, merupakan bagian lebih lebar tepat di belakang *nares anterior*,

dan bagian respirasi. Permukaan luar hidung ditutupi oleh kulit yang memiliki kelenjar sebasa besar, yang meluas ke dalam vestibulum nasi tempat terdapat kelenjar sebasa, kelenjar keringat, dan folikel rambut yang kaku dan besar. Rambut pada hidung berfungsi menapis benda-benda kasar yang terdapat dalam udara inspirasi.



Gambar 1.5 Proses respirasi pada hidung

Pada dinding lateral hidung menonjol tiga lengkungan tulang yang dilapisi oleh mukosa, yaitu : 1) konka nasalis superior, 2) konka nasalis medius, dan 3) konka nasalis inferior, yang terdapat jaringan *kavernosus* atau jaringan erektile yaitu pleksus vena besar, berdinding tipis, dan dekat dengan permukaan. Di antara konka-konka ini terdapat 3 buah lekukan meatus yaitu meatus superior (lekukan bagian atas), meatus medialis (lekukan bagian tengah) dan meatus inferior (lekukan bagian bawah). Meatus-meatus inilah yang dilewati oleh udara pernapasan. Di sebelah dalam terdapat lubang yang berhubungan dengan tekak, lubang ini disebut koana, disebelah belakang konka bagian kiri kanan dan sebelah atas dari langit-langit terdapat satu lubang pembuluh yang menghubungkan rongga tekak dengan rongga pendengaran tengah, saluran ini disebut tuba auditive eustaki, yang menghubungkan telinga tengah dengan faring dan laring. Hidung juga berhubungan dengan saluran air mata disebut tuba lakrimalis.

Dasar dari rongga hidung dibentuk oleh tulang rahang atas. Rongga hidung berhubungan dengan beberapa rongga yang disebut sinus paranasalis, yaitu sinus maksilaris pada rongga

rahang atas, sinus frontalis pada rongga tulang dahi, sinus sfenoidalis pada rongga tulang baji dan sinus etmoidalis pada rongga tulang tapis. Pada sinus etmoidalis, keluar ujung-ujung syaraf penciuman yang menuju ke konka nasalis yang terdapat sel-sel penciuman yang terletak terutama di bagian atas konka.

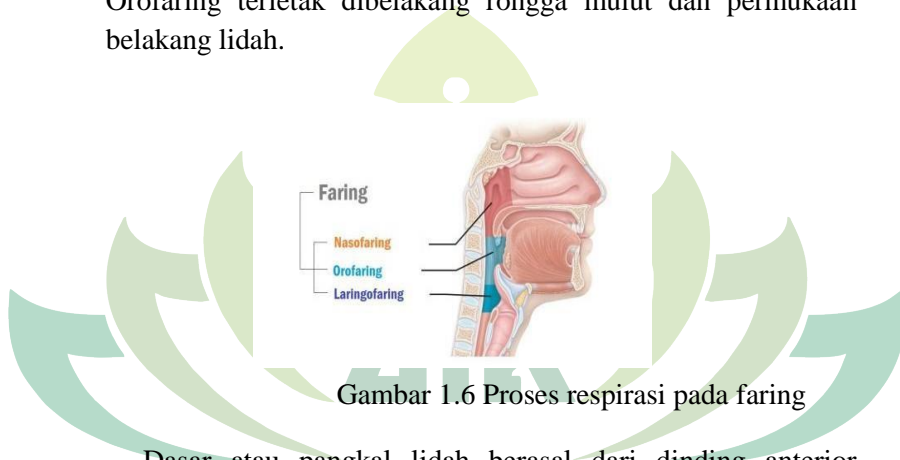
Pada hidung di bagian mukosa terdapat serabut-serabut syaraf atau reseptor dari syaraf penciuman disebut nervus olfaktorius. Fungsi hidung adalah 1) saluran udara pernapasan, 2) penyaringan (filtrasi, penghangatan, dan pelembaban), 3) penerimaan bau, merupakan fungsi ephithelium olfaktori pada bagian medial rongga hidung, 4) rongga hidung juga berhubungan dengan pembentukan suara-suara fenotik dimana berfungsi sebagai ruang resonansi, 5) membunuh kuman-kuman yang masuk, bersama-sama udara pernapasan oleh leukosit yang terdapat dalam selaput lendir (mukosa) atau hidung.

b. Faring

Tekak atau Faring merupakan saluran otot yang terletak tegak lurus antara dasar tengkorak (basis krani) dan vertebra servikalis. Faring merupakan tempat persimpangan antara jalan nafas dan jalan makanan. Letaknya berada dibawah dasar tengkorak, dibelakang rongga hidung dan mulut sebelah depan ruas tulang leher, ke atas berhubungan dengan rongga hidung, dengan perantaraan lubang yang bernama koana, ke depan berhubungan dengan rongga mulut tempat hubungan ini bernama istmus fausium, ke bawah terdapat dua lubang, ke depan lubang laring, ke belakang lubang esophagus. Dibawah selaput lendir terdapat jaringan ikat, juga beberapa tempat terdapat folikel getah bening. Perkumpulan getah bening ini disebut adenoid. Di sebelahnya terdapat 2 buah tonsil kiri dan kanan dari tekak. Di sebelah belakang terdapat epiglottis (empang tenggorokan) yang berfungsi menutup laring pada waktu menelan makanan.

Faring dibagi menjadi 3, yaitu 1) Nasofaring, yang terletak di bawah dasar tengkorak, belakang dan atas palatum mole. Pada bagian ini terdapat dua struktur penting yaitu adanya

saluran yang menghubungkan dengan tuba eustachius dan tuba auditory. Tuba Eustachius bermuara pada nasofaring dan berfungsi menyeimbangkan tekanan udara pada kedua sisi membrane timpani. Apabila tidak sama, telinga serasa sakit. Untuk membuka tuba ini, orang harus menelan makanan atau minuman. Tuba Auditory yang menghubungkan nasofaring dengan telinga bagian tengah. 2) Orofaring merupakan bagian tengah faring antara palatum lunak dan tulang hyoid. Pada bagian ini traktus respiratori dan traktus digestif menyilang dimana orofaring merupakan bagian dari kedua saluran ini. Orofaring terletak dibelakang rongga mulut dan permukaan belakang lidah.



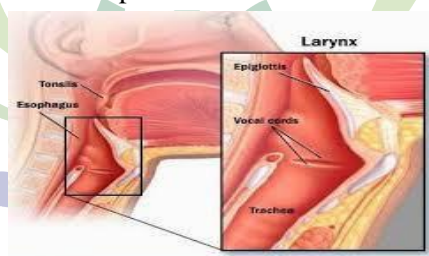
Gambar 1.6 Proses respirasi pada faring

Dasar atau pangkal lidah berasal dari dinding anterior orofaring, bagian orofaring ini memiliki fungsi pada sistem pernapasan dan sistem pencernaan. Refleks menelan awal dari orofaring menimbulkan dua perubahan makanan terdorong masuk ke saluran cerna (esophagus) dan secara stimulant, katup menutup laring untuk mencegah makanan masuk ke dalam saluran pernapasan. Orofaring dipisahkan dari mulut oleh fauces. Fauces adalah tempat terdapatnya macam-macam tonsila, seperti tonsila palatina, tonsila faringeal, dan tonsila lingual. 3) Laringofaring terletak dibelakang laring. Laringofaring merupakan posisi terendah dari faring. Pada bagian bawah laringofaring sistem respirasi menjadi terpisah dari sistem digestif. Udara melalui bagian anterior ke dalam laring dan

makanan lewat posterior ke dalam esophagus melalui epiglottis yang fleksibel. Saluran pernapasan bagian bawah ini terdiri atas 1) Laring, yang terdiri atas tulang rawan krikoid, selaput atau pita suara, epiglottis, dan glottis, 2) Trakea, 3) Bronki, dan 4) Paru-paru.

c. Laring

Laring merupakan pangkal tenggorokan berupa saluran udara yang terletak di depan faring sampai ketinggian vertebra servikalis dan masuk ke dalam trakea di bawahnya mempunyai fungsi untuk pembentukan suara. Bagian ini dapat ditutup oleh epiglottis, yang terdiri dari tulang-tulang rawan yang berfungsi menutupi laring pada waktu kita menelan makanan. Laring terdiri dari lima tulang rawan antara lain, 1) Kartilago tiroid (1 buah) terletak di depan jakun sangat jelas terlihat pada pria, 2) Kartilago ariteanoid (2 buah) yang berbentuk beker, 3) Kartilago krikoid (1 buah) yang berbentuk cincin, dan 4) Kartilago epiglottis (1 buah). Laring dilapisi oleh selaput lender, kecuali pita suara dan bagian epiglottis yang dilapisi oleh sel epitelium berlapis.



Gambar 1.7 Respirasi pada laring

Pada proses pembentukan suara, suara terbentuk sebagai hasil dari kerjasama antara rongga mulut, rongga hidung, laring, lidah dan bibir. Pada pita suara palsu tidak terdapat otot, oleh karena itu pita suara ini tidak dapat bergetar, hanya antara kedua pita suara tadi dimasuki oleh aliran udara maka tulang rawan gondok dan tulang rawan berbentuk beker tadi diputar. Akibatnya pita suara dapat mengencang dan mengendor dengan

demikian sela udara menjadi sempit atau luas. Pergerakan ini dibantu pula otot-otot laring, udara yang dari paru-paru dihembuskan dan menggetarkan pita suara. Getaran itu diteruskan melalui udara yang keluar masuk, perbedaan suara seseorang bergantung pada tebal dan panjangnya pita suara.

d. Trakea

Trakea merupakan batang tenggorokan lanjutan dari laring, terbentuk oleh 16-20 cincin yang terdiri dari tulang-tulang rawan. Panjang trakea 9-11 cm dan dibelakang terdiri dari jaringan ikat yang dilapisi oleh otot polos. Dinding-dinding trakea tersusun atas sel epitel bersilia yang menghasilkan lendir. Lendir ini berfungsi untuk penyaringan lanjutan udara yang masuk, menjerat partikel-partikel debu, serbuk dari dan kontaminan lainnya. sel silia berdenyut akan menggerakkan mucus sehingga naik ke faring yang dapat ditelan atau dikeluarkan melalui rongga mulut. Hal ini bertujuan untuk membersihkan saluran pernapasan. Trakea terletak di depan saluran esophagus, mengalami percabangan di bagian ujung menuju ke paru-paru yang memisahkan trakea menjadi bronkus kiri dan kanan disebut karina.

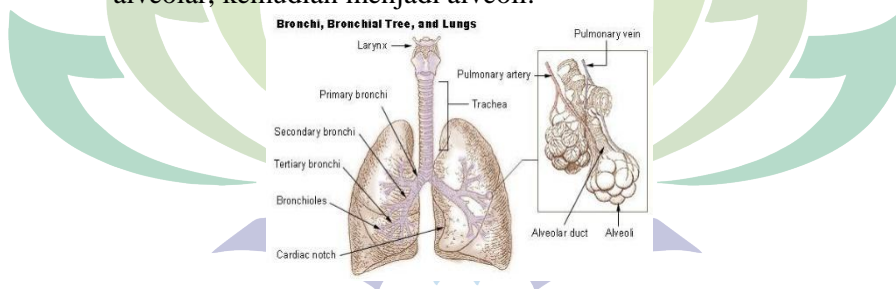


Gambar 1.8 Proses respirasi pada trakea

e. Bronkus

Bronkus merupakan percabangan trakea kanan dan kiri, tempat percabangan ini disebut karina. Bronkus terbagi menjadi bronkus kanan dan kiri, bronkus lobaris kanan terdiri 3 lobus

dan bronkus lobaris kiri terdiri 2 lobus. Bronkus lobaris kanan terbagi menjadi 10 bronkus segmental dan bronkus lobaris kiri terbagi menjadi 9 bronkus segmental. Bronkus segmentalis ini kemudian terbagi lagi menjadi bronkus subsegmental yang dikelilingi oleh jaringan ikat yang memiliki arteri, limfatik dan syaraf. Berikut adalah organ percabangan dari bronkus yaitu 1) Bronkiolus, merupakan cabang-cabang dari bronkus segmental. Bronkiolus mengandung kelenjar submucosa yang memproduksi lendir yang membentuk selimut tidak terputus untuk melapisi bagian dalam jalan nafas. 2) Bronkiolus terminalis, merupakan percabangan dari bronkiolus. Bronkiolus terminalis mempunyai kelenjar lendir dan silia. 3) Bronkiolus respiratori, merupakan cabang dari bronkiolus terminalis. Bronkiolus respiratori dianggap sebagai saluran transisional antara lain jalan nafas konduksi dan jalan udara pertukaran gas. 4) Duktus alveolar dan sakus alveolar. Bronkiolus respiratori kemudian mengarah ke dalam duktus alveolar dan sakus alveolar, kemudian menjadi alveoli.



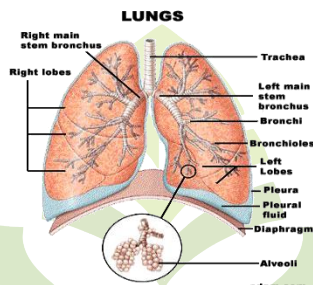
Gambar 1.9 Proses respirasi pada bronkus

f. Paru-paru

Letak paru-paru di rongga dada, menghadap ke tengah rongga dada atau kavum mediastinum, pada bagian tengah terdapat tampuk paru-paru atau hilus. Pada mediastinum depan terletak jantung. Paru-paru dibungkus oleh selaput yang bernama pleura. Pleura dibagi menjadi 2 yaitu, pleura visceral (selaput pembungkus) yang langsung membungkus paru-paru dan pleura parietal yaitu selaput yang melapisi rongga dada

sebelah luar. Pada keadaan normal, kavum pleura ini vakum (hampa) sehingga paru-paru dapat mengembang mengempis dan juga terdapat sedikit cairan (eksudat) yang berguna untuk melumasi permukaannya (pleura), menghindari gesekan antara paru-paru dan dinding dada sewaktu ada gerakan bernapas.

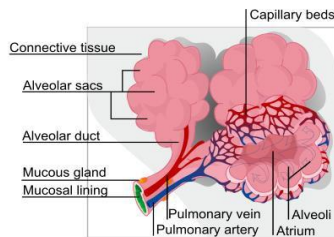
Paru-paru merupakan bagian tubuh yang sebagian besar terdiri dari gelembung (gelembung hawa atau alveoli). Gelembung alveoli ini terdiri dari sel-sel epitel dan endotel, jika dibandingkan luas permukaannya kurang lebih 90 m².



Gambar 1.10 Bagian dalam paru-paru

Alveoli merupakan tempat pertukaran udara, O₂ masuk ke dalam darah dan CO₂ dikeluarkan dari darah. Banyaknya gelembung paru-paru ini kurang lebih 700.000.000 buah (paru-paru kiri dan kanan). Paru-paru terbagi menjadi dua yaitu paru-paru kanan, terdiri dari 3 lobus yaitu lobus pulmo dekstra superior, lobus media, dan lobus inferior, tiap-tiap lobus terdiri dari belahan yang kecil bernama segmen. Paru-paru kiri mempunyai 10 segmen yaitu 5 buah segmen pada lobus superior, dan 5 buah segmen pada inferior. Paru-paru kanan mempunyai 10 segmen yaitu 5 buah segmen pada lobus superior, 2 buah segmen pada lobus medialis, dan 3 buah segmen pada lobus inferior, tiap-tiap segmen ini masih terbagi lagi menjadi belahan-belahan yang bernama lobulus. Di antara lobulus satu dengan yang lainnya dibatasi oleh jaringan ikat yang berisi pembuluh darah, getah bening dan syaraf, dan tiap lobulus terdapat sebuah bronkiolus. Di dalam lobulus, bronkiolus ini bercabang-cabang banyak sekali, cabang ini

disebut duktus alveolus, tiap duktus alveolus berakhir pada alveolus yang diameternya antara 0,2-0,3 mm.

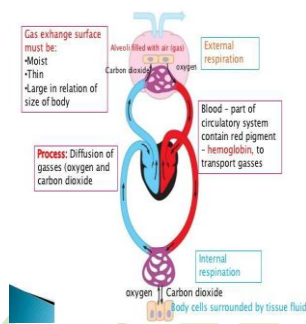


Gambar 1.11 Respirasi alveolus

Persyarafan pada pernapasan disuplai melalui Nervus Phrenicus dan Nervus Spinal Thoracic. Nervus Phrenicus mensyarafi diafragma, sedangkan Nervus Spinal Thoracic mempersyarafi intercostal, paru juga dipersyarafi oleh serabut syaraf simpatis dan para simpatis. Pada paru terdapat peredaran darah ganda. Darah yang miskin oksigen dari ventrikel kanan masuk ke paru melalui arteri pulmonalis, selain sistem arteri dan vena pulmonalis, terdapat pula arteri dan vena bronkialis, yang berasal dari aorta, untuk memperdarahi jaringan bronki dan jaringan ikat paru dengan darah kaya oksigen. Ventilasi paru (bernapas) terdiri otot-otot pernapasan, yaitu diafragma dan otot-otot interkostal. Selain ini ada otot-otot pernapasan tambahan seperti otot-otot perut.

Volume udara pernapasan terdiri dari atas volume tidal (VT), volume komplement (VK), volume suplemen (VS), volume residu (VR), kapasitas vital (KV), dan kapasitas total (KT). Volume tidal (VT) adalah volume udara yang keluar masuk paru-paru sebagai akibat aktivitas pernapasan biasa (500 cc). Volume komplement (VK) adalah volume udara yang masih dapat dimasukkan secara maksimal ke dalam paru-paru setelah inspirasi biasa (1500 cc). Volume suplemen (VS) adalah volume udara yang masih dapat dihirupkan secara maksimal dari dalam paru-paru setelah melakukan ekspirasi biasa (1500 cc). Volume residu (VR) adalah volume udara yang selalu tersisa di dalam paru-paru setelah melakukan ekspirasi sekuat-kuatnya (1000 cc). Kapasitas vital (KV)

adalah volume udara yang dapat dihirup sekuat-kuatnya setelah melakukan inspirasi sekuat-kuatnya ($KV = VT + VK + VS$) 3500 cc. Kapasitas total (KT) adalah volume total udara yang dapat tertampung di dalam paru-paru ($KT = KV + VR$) 4500 cc.¹⁹



Gambar 1.12 Sistem Pertukaran Gas

2. Fisiologi Sistem Pencernaan

Manusia sangat membutuhkan oksigen dalam hidupnya, kalau tidak mendapatkan oksigen selama 4 menit saja dapat mengakibatkan kerusakan pada otak yang tidak dapat diperbaiki lagi dan bisa menimbulkan kematian. Kalau penyediaan oksigen berkurang, juga dapat menimbulkan anoksia serebralis. Untuk memenuhi oksigen tersebut dalam tubuh manusia terjadi beberapa macam pernapasan antara lain pernapasan paru dan pernapasan sel. Marilah kita pelajari mengenai kedua pernapasan tersebut.

a. Pernapasan Paru-paru

Pernapasan paru adalah pertukaran oksigen dan karbondioksida yang terjadi pada paru-paru. Oksigen diambil melalui mulut dan hidung pada waktu bernapas, masuk melalui trakea sampai ke alveoli berhubungan dengan darah dalam kapiler pulmonar. Alveoli memisahkan oksigen dari darah,

¹⁹ Pearce, E.C. Anatomi dan fisiologi untuk paramedic. Gramedia. Jakarta. (1999) Hal 25-30

oksigen kemudian menembus membran, diambil oleh sel darah merah dibawa ke jantung dan dari jantung dipompakan ke seluruh tubuh. Karbondioksida merupakan hasil buangan di dalam paru yang menembus membran alveoli, dari kapiler darah dikeluarkan melalui pipa bronkus berakhir sampai pada mulut dan hidung.

Pernapasan pulmoner (paru) terdiri atas empat proses yaitu:

1) Ventilasi pulmoner, gerakan pernapasan yang menukar udara dalam alveoli dengan udara luar, 2) Arus darah melalui paru-paru, darah mengandung oksigen masuk ke seluruh tubuh, karbondioksida dari seluruh tubuh masuk ke paru-paru, 3) Distribusi arus udara dan arus darah sedemikian rupa dengan jumlah yang tepat, yang bisa dicapai untuk semua bagian, 4) Difusi gas yang menembus membran alveoli dan kapiler karbondioksida lebih mudah berdifusi daripada oksigen.

Proses pertukaran oksigen dan karbondioksida terjadi ketika konsentrasinya dalam darah merangsang pusat pernapasan pada otak, untuk memperbesar kecepatan dalam pernapasan, sehingga terjadi pengambilan O₂ dan pengeluaran CO₂ lebih banyak. Darah merah (hemoglobin) yang banyak mengandung oksigen dari seluruh tubuh masuk ke dalam jaringan, mengambil karbondioksida untuk dibawa ke paru-paru dan di paru-paru terjadi pernapasan eksternal.

b. Pernapasan Sel

Transport gas paru-paru dan jaringan. Pergerakan gas O₂ mengalir dari alveoli masuk ke dalam jaringan melalui darah, sedangkan CO₂ mengalir dari jaringan ke alveoli. Jumlah kedua gas yang di transport ke jaringan dan dari jaringan secara keseluruhan tidak cukup bila O₂ tidak larut dalam darah dan bergabung dengan protein membawa O₂ (hemoglobin). Demikian juga CO₂ yang larut masuk ke dalam serangkaian reaksi kimia reversible (rangkaian perubahan udara) yang mengubah menjadi senyawa lain. Adanya hemoglobin menaikkan kapasitas pengangkutan O₂ dalam darah sampai 70 kali dan reaksi CO₂ menaikkan kadar CO₂ dalam darah

menjadi 17 kali.

Pengangkutan oksigen ke jaringan. Sistem pengangkutan O₂ dalam tubuh terdiri dari paru-paru dan sistem kardiovaskuler. Oksigen masuk ke jaringan bergantung pada jumlahnya yang masuk ke dalam paru-paru, pertukaran gas yang cukup pada paru-paru, aliran darah ke jaringan dan kapasitas pengangkutan O₂ dalam darah. Aliran darah bergantung pada derajat konsentrasi dalam jaringan dan curah jantung. Jumlah O₂ dalam darah ditentukan oleh jumlah O₂ yang larut, hemoglobin, dan afinitas (daya tarik) hemoglobin.

Transport oksigen melalui lima tahap sebagai berikut :

1. Tahap I : oksigen atmosfer masuk ke dalam paru-paru. Pada waktu kita menarik napas, tekanan parsial oksigen dalam atmosfer 159 mmHg. Dalam alveoli komposisi udara berbeda dengan komposisi udara atmosfer, tekanan parsial O₂ dalam alveoli 105 mmHg.
2. Tahap II : darah mengalir dari jantung, menuju ke paru-paru untuk mengambil oksigen yang berbeda dalam alveoli. Dalam darah ini terdapat oksigen dengan tekanan parsial 40 mmHg. Karena adanya perbedaan tekanan parsial itu apabila sampai pada pembuluh kapiler yang berhubungan dengan membrane alveoli maka oksigen yang berada dalam alveoli dapat berdifusi masuk ke dalam pembuluh kapiler. Setelah terjadi proses difusi tekanan parsial oksigen dalam pembuluh menjadi 100 mmHg.
3. Tahap III : oksigen yang telah berada dalam pembuluh darah diedarkan keseluruh tubuh. Ada dua mekanisme peredaran oksigen yaitu oksigen yang larut dalam plasma darah yang merupakan bagian terbesar dan sebagian kecil oksigen yang terikat pada hemoglobin dalam darah. Derajat kejenuhan hemoglobin dengan O₂ bergantung pada tekanan parsial CO₂ atau pH. Jumlah O₂ yang diangkut ke jaringan bergantung pada jumlah hemoglobin dalam darah.
4. Tahap IV : sebelum sampai pada sel yang membutuhkan, oksigen dibawa melalui cairan interstisial dahulu. Tekanan

parsial oksigen dalam cairan interstisial 20 mmHg. Perbedaan tekanan oksigen dalam pembuluh darah arteri (100 mmHg) dengan tekanan parsial oksigen dalam cairan interstisial (20 mmHg) menyebabkan terjadinya difusi oksigen yang cepat dari pembuluh kapiler ke dalam interstisial.

5. Tahap V : tekanan parsial oksigen dalam sel kira-kira antara 0-20 mmHg. Oksigen dari cairan interstisial berdifusi masuk ke dalam sel. Dalam sel oksigen ini digunakan untuk reaksi metabolisme yaitu reaksi oksidasi senyawa yang berasal dari makanan (karbohidrat, lemak, dan protein) menghasilkan H_2O , CO_2 dan energi.²⁰

Reaksi hemoglobin dan oksigen. Dinamika reaksi hemoglobin sangat cocok untuk mengangkut O_2 . Hemoglobin adalah protein yang terikat pada rantai polipeptida, dibentuk porfirin dan satu atom besi ferro. Masing-masing atom besi dapat mengikat secara reversible (perubahan arah) dengan satu molekul O_2 . Besi berada dalam bentuk ferro sehingga reaksinya adalah oksigenasi bukan oksidasi.

Transpor karbondioksida. Kelarutan CO_2 dalam darah kira-kira 20 kali kelarutan O_2 sehingga terdapat lebih banyak CO_2 dari pada O_2 dalam larutan sederhana. CO_2 berdifusi dalam sel darah merah dengan cepat mengalami hidrasi menjadi H_2CO_2 karena adanya anhidrase (berkurangnya sekresi kerikngat) karbonat berdifusi ke dalam plasma. Penurunan kejenuhan hemoglobin terhadap O_2 bila darah melalui kapiler-kapiler jaringan. Sebagian dari CO_2 dalam sel darah merah bereaksi dengan gugus amino dari protein, hemoglobin membentuk senyawa karbamino (senyawa karbondioksida). Besarnya kenaikan kapasitas darah mengangkut CO_2 ditunjukkan oleh selisih antara garis kelarutan CO_2 dan garis kadar total CO_2 di antara 49 ml CO_2 dalam darah arterial 2,6 ml dalam senyawa karbamino dan 43,8 ml dalam HCO_2 .²¹

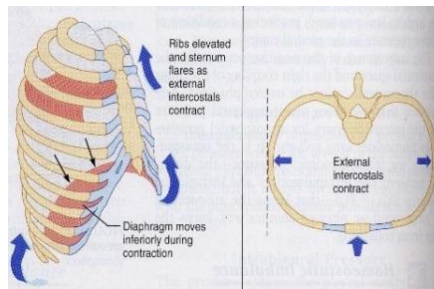
²⁰ Ibid, Sloane Ethel, hal 51-52

²¹ Ibid, Pearce, E.C, hal 31

3. Proses Pernapasan (Inspirasi dan Ekspirasi)

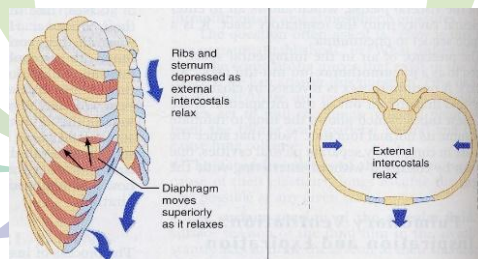
Pernapasan (respirasi) adalah peristiwa menghirup udara dari luar yang mengandung oksigen serta menghembuskan udara yang banyak mengandung karbondioksida sebagai sisa dari oksidasi keluar dari tubuh. Penghirupan udara ini disebut inspirasi dan penghembusannya disebut ekspirasi. Jadi, dalam paru-paru terjadi pertukaran zat antara oksigen yang masuk kedalam darah dan CO₂ dikeluarkan dari darah secara osmosis. CO₂ dikeluarkan melalui traktus respiratorius (jalan pernapasan) dan masuk kedalam tubuh melalui kapiler-kapiler vena pulmonalis kemudian masuk ke serambi kiri jantung (atrium sinistra) menuju ke aorta kemudian keseluruh tubuh (jaringan-jaringan dan sel-sel), di sini terjadi oksidasi (pembakaran). Sebagai sisa dari pembakaran adalah CO₂ dan dikeluarkan melalui peredaran darah vena masuk ke jantung (serambi kanan atau atrium dekstra) menuju ke bilik kanan (ventrikel dekstra) dan dari sini keluar melalui arteri pulmonalis ke jaringan paru-paru. Akhirnya dikeluarkan menembus lapisan epitel dari alveoli. Proses pengeluaran CO₂ ini adalah sebagian dari sisa metabolisme, sedangkan sisa dari metabolisme lainnya akan dikeluarkan melalui traktus urogenitalis dan kulit.

Pernapasan terdiri dari 2 mekanisme yaitu inspirasi (menarik napas) dan ekspirasi (menghembuskan napas). Bernapas berarti melakukan inspirasi dan ekspirasi secara bergantian, teratur, berirama, dan terus menerus. Bernapas merupakan gerak refleks yang terjadi pada otot-otot pernapasan. Refleks bernapas ini diatur oleh pusat pernapasan yang terletak di dalam sumsum penyambung (medulla oblongata). Oleh karena seseorang dapat menahan, memperlambat, atau mempercepat napasnya, ini berarti bahwa refleks bernapas juga dibawah pengaruh korteks serebri. Pusat pernapasan sangat peka terhadap kelebihan kadar CO₂ dalam darah dan kekurangan dalam darah. Gambar di bawah adalah proses Inspirasi.



Gambar 1.13 Proses pernapasan inspirasi pada manusia

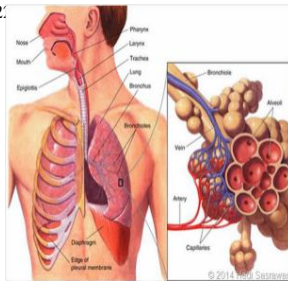
Inspirasi terjadi bila muskulus diafragma telah mendapat rangsangan dari nervus frenikus lalu mengerut datar. Muskulus interkostalis yang letaknya miring, setelah mendapat rangsangan kemudian mengerut dan tulang iga (kosta) menjadi datar. Dengan demikian jarak antara sternum (tulang dada) dan vertebra semakin luas dan melebar. Rongga dada membesar maka pleura akan tertarik, yang menarik paru-paru sehingga tekanan udara di dalamnya berkurang dan masuklah udara dari luar.



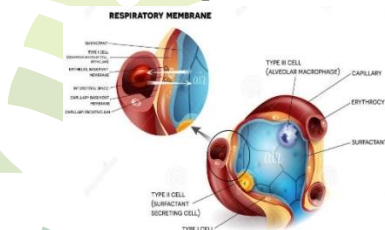
Gambar 1.14 Ekspirasi pada manusia

Ekspirasi, pada suatu saat otot-otot akan kendur lagi (diafragma akan menjadi cekung, muskulus interkostalis miring lagi) dan dengan demikian rongga dada menjadi kecil kembali, maka udara didorong keluar. Jadi proses respirasi atau pernapasan ini terjadi karena adanya perbedaan tekanan antara rongga pleura dan paru-paru. Pada pernapasan dada, pada waktu seseorang bernapas, rangka dada terbesar bergerak. Ini terdapat pada rangka dada yang lunak, yaitu pada orang-orang muda dan pada perempuan. Pada pernapasan

perut, jika pada waktu bernapas diafragma turun naik, maka ini dinamakan pernapasan perut. Kebanyakan pernapasan perut terdapat pada orang tua, karena tulang rawannya tidak begitu lembek dan bingkas lagi yang disebabkan oleh banyak zat kapur yang mengendap di dalamnya dan banyak ditemukan pada laki-laki.²²



Gambar 1.15 Anatomi Sistem Pernapasan Manusia



Gambar 1.16 Bagian membrane respirasi

4. Beberapa Kelainan Klinik pada Sistem Pernapasan

1. Rhinitis (radang selaput lendir hidung) dapat disebabkan oleh bakteri dan allergen. Kelainan ini ditandai dengan pembengkakan vasodilatasi selaput lendir, beringus, dan hidung tersumbat, bersin, gatal pada hidung .
2. Laryngitis (radang pada laring) dapat disebabkan oleh infeksi organisme ataupun oleh asap rokok. Laryngitis sering menimbulkan gejala suara parau karena pembengkakan pada pita suara.
3. Diphteria merupakan penyakit menular akut yang disebabkan oleh corynebakterium-diphteria yang menyerang mukosa saluran pernapasan bagian atas. Gejala dapat berupa sakit tenggorokan, sakit kepala, dan

²² Ibid, Sloane Ethel, hal 52-53

muntah-muntah.

4. Bronchitis merupakan peradangan bronkus atau bronkiolus, disebabkan oleh infeksi bakteri. Proses peradangan terjadi di mukosa dan sub mukosa yang menimbulkan over produksi dari lendir yang disertai pengelupasan sel-sel yang mati dan pengeluaran leukosit menjadi dahak.
5. Asthma Bronchiale merupakan reaksi saluran pernapasan terhadap suatu rangsangan yang khas berupa spasme dari otot-otot polos bronkus, bronkiolus, ditambah peradangan dan sekresi lendir yang berlebih dari mukosanya. Dengan demikian jalan napas menjadi tersumbat, PO₂ turun dan POC₂ meningkat.
6. Bronchogenic Carcinoma (kanker paru-paru) dapat disebabkan oleh polusi udara pernapasan, polutan dapat menimbulkan kanker. Sel-sel kanker menyebar dipermukaan bronkus dan menjalar ke bagian tubuh lainnya. gejala berupa batuk-batuk kronis dengan dahak berdarah, napas sering berbunyi karena terjadi penyumbatan dan infeksi paru-paru, sering terjadi pleura effusion dan metastase ke otak, hati dan tulang.
7. Pneumothorax disebabkan dinding dada terluka menembus pleura, sehingga udara atmosfer akan masuk ke rongga pleura dan tekanan rongga pleura naik, serta paru-paru akan collaps.
8. Penyakit Decompressi sering terjadi kepada para penyelam, disebabkan tekanan atmosfer yang lebih rendah dari tekanan di bawah air, sehingga N₂ yang terlarut akan membentuk gelembung gas di dalam cairan tubuh, darah, dan di dalam jaringan lainnya misal otak dan sendi.
9. Coryza (Common cold salesma) merupakan suatu penyakit yang disebabkan oleh berbagai jenis virus yang menginfeksi saluran pernapasan bagian atas. Gejala berupa lesu, pilek dan perasaan tak enak di tenggorokan.

Coryza kadang-kadang diikuti oleh infeksi bakteri sekunder misalnya menimbulkan penyakit sinusitis, otitis media, dan bronkus.

10. Influenza (flu) merupakan penyakit pada saluran pernafasan yang disebabkan oleh myxovirus (virus ARN tipe A,B,C) influenza dapat menimbulkan epidemik dalam pandemik. Hal ini dapat terjadi jika mutasi virus, sehingga timbul suatu jenis virus influenza baru yang dapat menyerang seluruh penduduk.
11. Sinusitis terjadi akibat peradangan sinus paranasalis. Gejalanya berupa hidung tersumbat, ingus berbau, berwarna kuning hijau, sakit di daerah sinus yang terserang.
12. Pneumonia merupakan infeksi dan peradangan dari alveoli paru-paru dan jaringan interstitialnya. Penyebabnya dapat berupa berbagai macam mikroorganisme. Alveoli dipenuhi oleh sel-sel radang dan cairan, sehingga pertukaran udara akan terganggu. Gejalanya berupa demam, sakit dada, batuk, sesak dan dahak dengan warna karat.
13. TBC Paru-paru merupakan infeksi jaringan paru-paru oleh bakteri. *Mycobacterium tuberculosis* dapat merusak jaringan paru-paru sehingga akhirnya paru-paru menjadi berongga dan terbentuk jaringan ikat. Gejalanya berat badan menurun drastis, lesu, batuk-batuk, berdahak kadang berdarah, sesak napas, sakit dada dan sering berkeringat pada malam hari
14. Emphysema merupakan keadaan dimana alveoli menjadi kaku, mengembang dan terus menerus terisi udara meskipun setelah ekspirasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya emphysema adalah polusi udara, asap rokok, dan seorang penderita asma.²³

²³ Ibid, Pearce, E.C, hal 32-33

LATIHAN 1

Untuk memperdalam pemahaman mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Sebutkan dan jelaskan fungsi dari 2 organ pernapasan bagian atas!
2. Sebutkan dan jelaskan 4 fungsi organ pernapasan bagian bawah!
3. Jelaskan mekanisme pernapasan inspirasi dan ekspirasi!

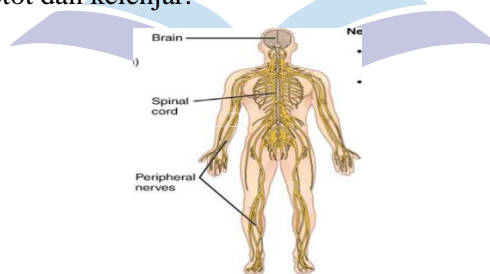


TOPIK 2

SISTEM PERSYARAFAN

A. Pengertian Anatomi Fisiologi Sistem Persyarafan

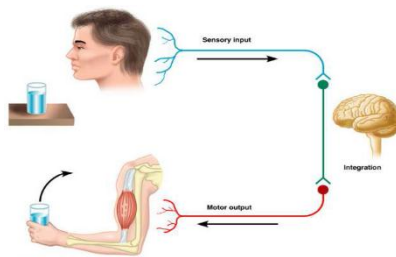
Sistem syaraf merupakan salah satu sistem koordinasi yang bertugas menyampaikan rangsangan dari reseptor untuk dideteksi dan direspon oleh tubuh. Sistem syaraf memungkinkan makhluk hidup tanggap dengan cepat terhadap perubahan-perubahan yang terjadi di lingkungan luar maupun dalam. Sistem syaraf terdiri dari jutaan sel syaraf (neuron). Fungsi sel syaraf adalah mengirimkan pesan (impuls) yang berupa rangsang atau tanggapan. Ada tiga komponen yang harus dimiliki oleh sistem syaraf untuk menanggapi rangsangan, yaitu: 1) Reseptor, adalah alat penerima rangsangan atau impuls. Pada tubuh kita yang bertindak sebagai reseptor adalah organ indra. 2) Penghantar impuls, dilakukan oleh syaraf itu sendiri. Syaraf tersusun dari berkas serabut penghubung (akson). Pada serabut penghubung terdapat sel-sel khusus yang memanjang dan meluas. Sel syaraf disebut neuron. 3) Efektor, adalah bagian yang menanggapi rangsangan yang telah diantarkan oleh penghantar impuls. Efektor yang paling penting pada manusia adalah otot dan kelenjar.



Gambar 2.1 Ilustrasi rangsangan kerja otak

Sistem syaraf terdiri atas sel-sel syaraf yang disebut neuron. Neuron bergabung membentuk suatu jaringan untuk mengantarkan impuls (rangsangan). Satu sel syaraf tersusun

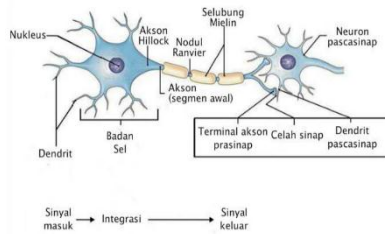
dari badan sel, dendrit, dan akson. Badan sel syaraf merupakan bagian yang paling besar dari sel syaraf, badan sel berfungsi untuk menerima rangsangan dari dendrit dan meneruskannya ke akson. Pada badan sel syaraf terdapat inti sel, sitoplasma, mitokondria, sentrosom, badan golgi, lisosom, dan badan nisel. Badan nisel merupakan kumpulan reticulum endoplasma tempat transportasi sintesis protein.²⁴



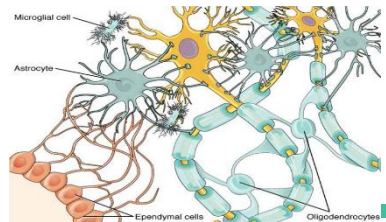
Gambar 2.2 ilustrasi rangsangan otak.

Dendrit adalah serabut sel syaraf pendek dan bercabang-cabang. Dendrit merupakan perluasan dari badan sel, dendrit ini berfungsi untuk menerima dan mengantarkan rangsangan ke badan sel. Akson disebut neurit. Neurit adalah serabut sel syaraf panjang yang merupakan perwujudan sitoplasma badan sel. Di dalam neurit terdapat benang-benang halus yang disebut neurofibril. Neurofibril dibungkus oleh beberapa lapis selaput myelin yang banyak mengandung zat lemak dan berfungsi untuk mempercepat jalannya rangsangan. Selaput myelin tersebut dibungkus oleh sel-sel schwann yang akan membentuk suatu jaringan yang dapat menyediakan makanan untuk neurit dan membantu pembentukan neurit. Lapisan myelin sebelah luar disebut neurilemma yang melindungi akson dari kerusakan. Bagian neurit ada yang tidak dibungkus oleh lapisan myelin, bagian ini disebut dengan nodus ranvier dan berfungsi mempercepat jalannya rangsangan.

²⁴ Martini, F.H. et al. Fundamentals of anatomy and physiology, and edition. New Jersey; Prentice Hall. Jakarta. (2001) Hal 66



Gambar 2.3 Susunan pada sel syaraf



Gambar 2.4 Sel syaraf

Berdasarkan struktur dan fungsinya, sel syaraf dapat dibagi menjadi 3 macam, yaitu sel syaraf sensori, sel syaraf motor, dan sel syaraf intermediet (asosiasi).

- a. Sel Syaraf Sensori, berfungsi menghantarkan implus dari reseptor ke sistem syaraf pusat, yaitu otak (ensefalon) dan sumsum tulang belakang (medulla spinalis). Ujung akson dari syaraf sensori berhubungan dengan syaraf asosiasi (intermediet)
- b. Sel Syaraf Motor, berfungsi mengirim implus dari sistem syaraf pusat ke otot atau kelenjar yang hasilnya berupa tanggapan tubuh terhadap rangsangan. Badan sel syaraf motor berada di sistem syaraf pusat, dendritnya sangat pendek berhubungan dengan akson syaraf asosiasi, sedangkan aksonnya dapat sangat panjang
- c. Sel Syaraf Intermediet atau disebut juga sel syaraf asosiasi. Sel ini dapat ditemukan di dalam sistem syaraf pusat dan berfungsi menghubungkan sel syaraf motor dengan sel syaraf sensoria tau berhubungan dengan sel syaraf lainnya yang ada di dalam sistem syaraf pusat. Sel syaraf intermediet menerima implus dari reseptor sensori atau sel

syaraf asosiasi lainnya. kelompok-kelompok serabut syaraf, akson dan dendrit bergabung dalam satu selubung dan membentuk urat syaraf. Sedangkan badan sel syaraf berkumpul membentuk ganglion atau simpul syaraf.

Secara umum sistem syaraf dibedakan menjadi dua yaitu sistem syaraf pusat (SSP) dan sistem syaraf tepi (SST), secara lebih lengkap, kedua sistem sel syaraf tersebut akan dijelaskan sebagai berikut.

B. Sistem Syaraf Pusat

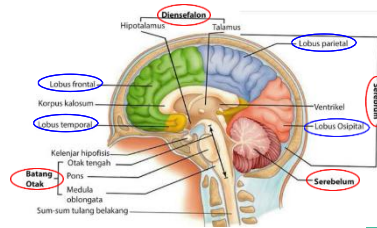
Sistem syaraf pusat (SSP) terdiri dari otak dan medulla spinalis yang dilindungi tulang cranium dan kanal vertebral. Berikut kita akan membahas tentang bagian sistem syaraf pusat.

1. Otak,

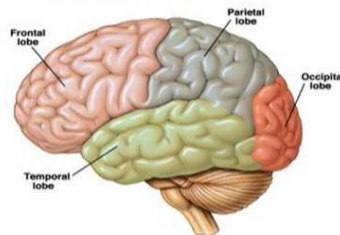
merupakan alat tubuh yang sangat penting dan sebagai pusat pengatur dari segala kegiatan manusia, otak terletak di dalam rongga tengkorak. Otak manusia mencapai 2% dari keseluruhan berat tubuh, mengkonsumsi 25% oksigen dan menerima 1,5% curah jantung. Bagian utama otak adalah otak besar (Cerebrum), otak kecil (Cerebellum), dan batang otak.

a. Otak Besar (Cerebrum)

Otak besar merupakan pusat pengendali kegiatan tubuh yang disadari, yaitu berpikir, berbicara, melihat, bergerak, mengingat, dan mendengar. Otak besar dibagi menjadi dua belahan, yaitu belahan kanan dan belahan kiri. Masing-masing belahan pada otak tersebut disebut hemister. Otak besar belahan kanan mengatur dan mengendalikan kegiatan tubuh sebelah kiri, sedangkan otak belahan kiri mengatur dan mengendalikan bagian tubuh sebelah kanan.



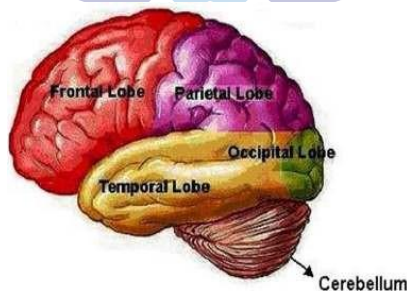
Cerebrum



Gambar 2.5 otak besar dan otak kecil

b. Otak Kecil (Cerebellum)

Otak kecil terletak dibagian belakang otak besar, tepatnya di bawah otak besar. Otak kecil terdiri atas dua lapisan, yaitu lapisan luar berwarna kelabu dan lapisan dalam berwarna putih. Otak kecil dibagi menjadi dua bagian, yaitu belahan kiri dan belahan kanan yang dihubungkan oleh jembatan varol. Otak kecil berfungsi sebagai pengatur keseimbangan tubuh dan mengkoordinasikan kerja otot ketika seseorang akan melakukan kegiatan, dan pusat keseimbangan tubuh.



Gambar 2.6 bagian dalam otak

Otak kecil dibagi tiga daerah yaitu otak depan, otak tengah, dan otak belakang. **Otak depan** meliputi: Hipotalamus,

merupakan pusat pengatur suhu, selera makan, keseimbangan cairan tubuh, rasa haus, tingkah laku, kegiatan reproduksi, meregulasi pituitary. Talamus, merupakan pusat pengatur sensori, menerima semua rangsang yang berasal dari sensorik cerebrum. Kelenjar Pituitary sebagai sekresi hormon. **Otak tengah** dengan bagian atas merupakan lobus optikus yang merupakan pusat refleks mata. **Otak belakang**, terdiri atas dua bagian yaitu otak kecil dan medulla oblongata. Medulla oblongata berfungsi mengatur denyut jantung, tekanan darah, mengatur pernapasan, sekresi ludah, menelan, gerak peristaltik, batuk, dan bersin.

c. Batang Otak

Batang otak merupakan struktur pada bagian posterior (belakang) otak. Batang otak merupakan sebutan untuk kesatuan dari tiga struktur yaitu medulla oblongata, pons dan mesensefalon (otak tengah).



Gambar 2.7 batang otak

1. Medulla oblongata

Medulla oblongata merupakan sumsum lanjutan atau sumsum penghubung, terbagi menjadi dua lapis, yaitu lapisan dalam dan luar berwarna kelabu karena banyak mengandung neuron. Lapisan luar berwarna putih, berisi neurit dan dendrit. Panjangnya sekitar 2,5 cm dan menjulur dari pons sampai medulla spinalis dan terus memanjang. Bagian ini berakhir pada area foramen magnum tengkorak. Pusat medulla adalah nuklei yang berperan dalam pengendalian fungsi seperti frekuensi jantung, tekanan darah, pernapasan, batuk, menelan

dan muntah. Nuklei yang merupakan asal syaraf kranial IX, X, XI dan XII terletak di dalam medulla. Fungsi sumsum tulang belakang adalah mengatur reflex fisiologis, seperti kecepatan napas, denyut jantung, suhu tubuh, tekanan, darah, dan kegiatan lain yang tidak disadari.

2. Pons

Pons terletak di bagian atas dari batang otak, antara medulla oblongata dan talamus, dan dalam banyak hal bertindak sebagai penghubung antara kedua daerah. Pons dibuat terutama dari “materi putih,” yang berbeda, baik secara fungsional dan biologis, dari “abu-abu” dari serebral otak, dan umumnya berukuran cukup kecil, sekitar satu inci (2,5 cm) di kebanyakan orang dewasa. Ukuran dan lokasi membuat ide untuk mengendalikan dan mengarahkan banyak sinyal syaraf, yang sebagian besar berhubungan dengan wajah dan sistem pernapasan.

Tiga fungsi utama dari pons adalah sebagai jalur untuk mentransfer sinyal antara otak besar dan otak kecil, membantu mengirimkan sinyal syaraf kranial keluar dari otak dan ke wajah dan telinga, dan mengendalikan fungsi yang tidak disadari seperti respirasi dan kesadaran. Meskipun pons adalah bagian kecil dari otak itu adalah salah satu yang sangat penting. Lokasi pons di batang otak, cocok untuk melakukan sinyal masuk dan keluar, dan berfungsi sebagai titik asal bagi banyak syaraf kranial yang penting. Kegiatan mengunyah, menelan, bernapas, dan tidur menggunakan pons. Pons juga memainkan peran dalam pendengaran, berfungsi sebagai titik asal untuk empat dari dua belas syaraf kranial utama yaitu: trigeminal yang abduksen, wajah, dan vestibulokoklear. Karena berfungsi sebagai jalur untuk syaraf ini dan membawa sinyal mereka ke korteks utama. Sebagian besar sinyal ini berhubungan dengan fungsi wajah, termasuk gerakan dan sensasi di mata dan telinga.

3. Otak Tengah (mesensefalon)

Otak tengah merupakan penghubung antara otak depan dan otak belakang, bagian otak tengah yang berkembang adalah

lobus optikus yang berfungsi sebagai pusat refleksi pupil mata, pengatur gerak bola mata, dan refleksi akomodasi mata.

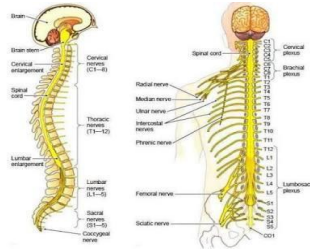
2. Sumsum Tulang Belakang (Medulla Spinalis)

Sumsum tulang belakang terletak memanjang didalam rongga tulang belakang, mulai dari ruas-ruas tulang leher sampai ruas-ruas tulang pinggang yang kedua. Sumsum tulang belakang terbagi menjadi dua lapis, yaitu lapisan luar berwarna putih dan lapisan dalam berwarna kelabu. Lapisan luar mengandung serabut syaraf dan lapisan dalam mengandung badan syaraf. Di dalam sumsum tulang belakang terdapat syaraf sensorik, syaraf motorik, dan syaraf penghubung. Fungsinya adalah sebagai penghantar impuls dari otak dan ke otak serta sebagai pusat pengatur gerak.

Medulla spinalis berbentuk silinder berongga dan agak pipih. Walaupun diameter medulla spinalis bervariasi, diameter struktur ini biasanya sekitar ukuran jari kelingking. Panjang rata-rata 42 cm. Pembesaran lumbal dan serviks menandai sisi keluar syaraf spinal besar yang mensuplai lengan dan tungkai. Tiga puluh satu pasang (31) syaraf spinal keluar dari area urutan korda melalui foramina intervertebral. Terdiri dari sebuah inti substansi abu-abu yang diselubungi substansi putih. Kanal sentral berukuran kecil dikelilingi oleh substansi abu-abu bentuknya seperti huruf H., batang atas dan bawah huruf H disebut tanduk atau kolumna dan mengandung badan sel, dendrit asosiasi dan neuron eferen serta akson tidak termielinisasi. Tanduk dorsal adalah batang vertikal atas substansi abu-abu. Tanduk ventral adalah batang vertikal bawah. Tanduk lateral adalah protrusi di antara tanduk posterior dan anterior pada area toraks dan lumbal sistem syaraf perifer.

Komisura abu-abu menghubungkan substansi abu-abu di sisi kiri dan kanan medulla spinalis. Setiap syaraf spinal memiliki satu radiks dorsal dan satu radiks ventral. Substansi putih korda yang terdiri dari akson termielinisasi, dibagi

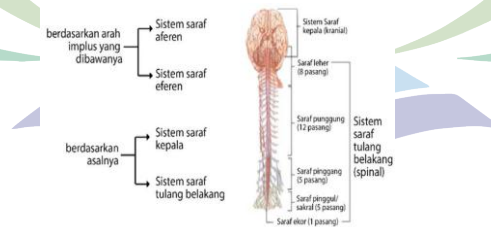
menjadi funikulus anterior, posterior dan lateral. Dalam funikulus terdapat faskiulus atau traktus. Traktus diberi nama sesuai dengan lokasi, asal dan tujuannya.²⁵



Gambar 2.8 sumsum tulang belakang

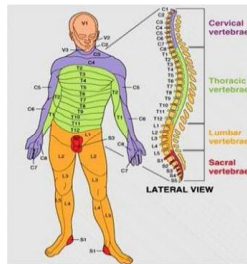
C. Sistem Syaraf Tepi

Sistem Syaraf Perifer (sistem syaraf tepi) meliputi seluruh jaringan syaraf lain dalam tubuh. Sistem ini terdiri dari syaraf kranial dan syaraf spinal yang menghubungkan otak dan medulla spinalis dengan reseptor dan efektor. Sistem syaraf tepi terdiri dari jaringan syaraf yang berada di bagian luar otak dan medulla spinalis. Sistem ini juga mencakup syaraf kranial yang berasal dari otak syaraf spinal, yang berasal dari medulla spinalis dan ganglia serta reseptor sensorik yang berhubungan.



Gambar 2.9 Bagian-bagian pada sistem syaraf

²⁵ Ibid, Wijaya, hal 55-57



Gambar 2.10 struktur pada tulang manusia

1. Syaraf Kranial

Syaraf ini terdiri atas 12 pasang yang muncul dari berbagai bagian batang otak. Beberapa syaraf kranial tersusun dari serabut sensorik, tetapi sebagian besar tersusun dari serabut sensorik dan serabut motorik. Syaraf Kranial terdiri atas beberapa syaraf berikut ini.

- a. Syaraf Olfaktorius (CN I), merupakan syaraf sensorik. Syaraf ini berasal dari epithelium olfaktori mukosa nasal, berkas serabut sensorik mengarah ke bulbus olfaktori dan menjalar melalui traktus olfaktori sampai ke ujung lobus temporal (gyrus olfaktori), tempat persepsi indra penciuman berada.
- b. Syaraf Optik (CN II), merupakan syaraf sensorik. Implus dari batang dan kerucut retina di bawa ke badan sel akson yang membentuk syaraf optic. Setiap syaraf optik keluar dari bola mata pada bitnik buta dan masuk ke rongga kranial melalui foramen optik. Seluruh serabut memanjang saat traktus optik, bersinapsis pada sisi lateral nuclei genikulasi thalamus dan menonjol ke atas sampai ke area visual lobus oksipital untuk persepsi indra penglihatan.
- c. Syaraf Okulomotorius (CN III), merupakan syaraf gabungan, tetapi sebagian besar terdiri dari syaraf motorik. Neuron motorik berasal dari otak tengah dan membawa implus keseluruhan otot bola mata (kecuali otot oblik superior dan rektus lateral), ke otot yang membuka kelopak mata dan otot polos tertentu pada mata. Serabut sensorik membawa informasi indra otot (kesadaran perioperatif)

dari otot mata yang terinervasi ke otak.

- d. Syaraf Traklear (CN IV), adalah syaraf gabungan, tetapi sebagian besar terdiri dari syaraf motorik dan merupakan syaraf terkecil dalam syaraf kranial. Neuron motorik berasal dari langit-langit otak tengah dan membawa implus ke otak oblik superior bola mata. Serabut sensorik dari spindel otot menyampaikan informasi indra otot dari otot oblik superior ke otak.
- e. Syaraf Trigeminal (CN V) syaraf kranial terbesar, merupakan syaraf gabungan tetapi sebagian besar terdiri dari syaraf sensorik. Bagian ini membentuk syaraf sensorik utama pada wajah dan rongga nasal serta rongga oral. Neuron motoric berasal dari pons dan menginervasi otot mastikasi kecuali otot buksinator. Badan sel neuron sensorik terletak dalam ganglia trigeminal. Serabut ini bercabang ke arah distal menjadi 3 divisi yaitu, 1) Cabang Optalmik membawa informasi dari kelopak mata, bola mata, kelenjar air mata, sisi hidung, rongga nasal dan kulit dahi serta kepala. 2) Cabang Maksilar membawa informasi dari kulit wajah, rongga oral (gigi atas, gusi dan bibir) dan palatum. 3) Cabang Mandibular membawa informasi dari gigi bawah, gusi, bibir, kulit rahang dan area temporal kulit kepala.
- f. Syaraf Abdusen (CN VI), merupakan syaraf gabungan, tetapi sebagian besar terdiri dari syaraf motorik. Neuron motorik berasal dari sebuah nukleus pada pons yang menginervasi otot rektus lateral mata, serabut sensorik membawa pesan proprioseptif dari otot rektus lateral ke pons.
- g. Syaraf Fasial (CN VII), merupakan syaraf gabungan. Neuron mototrik terletak dalam nuclei pons, neuron ini menginervasi otot ekspresi wajah, termasuk kelenjar air mata dan kelenjar savila. Neuron sensorik membawa informasi dari reseptor pengecap pada dua pertiga bagian anterior lidah.

- h. Syaraf Vestibulokoklearis (CN VIII), hanya terdiri dari syaraf sensorik dan memiliki dua divisi. Cabang koklear atau auditori menyampaikan informasi dari reseptor untuk indera pendengaran dalam organ korti telinga dalam ke nuclei koklear pada medulla, ke kolikuli inferior, ke bagian medial nuclei genikulasi pada thalamus dan kemudian ke area auditori pada lobus temporal. Cabang vestibular membawa informasi yang berkaitan dengan ekuilibrium dan orientasi kepala terhadap ruang yang diterima dari reseptor sensorik pada telinga dalam.
- i. Syaraf Glossofaringeal (CN IX), merupakan syaraf gabungan. Neuron motorik berawal dari medulla dan menginervasi otot untuk bicara dan menelan serta kelenjar saliva parotid. Neuron sensorik membawa informasi yang berkaitan dengan rasa dari sepertiga bagian posterior lidah dan sensasi umum dari faring dan laring neuron ini juga membawa informasi mengenai tekanan darah dari reseptor sensorik dalam pembuluh darah tertentu.
- j. Syaraf Vagus (CN X), merupakan syaraf gabungan. Neuron motorik berasal dari dalam medulla dan menginervasi hampir semua organ toraks dan abdomen. Neuron sensorik membawa informasi dari faring, laring, trakea, esophagus, jantung dan visera abdomen ke medulla dan pons.
- k. Syaraf Aksesori Spinal (CN XI), merupakan syaraf gabungan, tetapi sebagian besar terdiri dari serabut motorik. Neuron motorik berasal dari dua area, bagian kranial berawal dari medulla dan menginervasi otot volunter faring dan laring, bagian spinal muncul dari medulla spinalis serviks dan menginervasi otot trapezius dan sternokleidomastoideus. Neuron sensorik membawa informasi dari otot yang sama yang terinervasi oleh syaraf motorik, misalnya otot laring, faring, trapezius, dan otot sternokleidomastoid.
- l. Syaraf Hipoglosal (CN XII), termasuk syaraf gabungan,

tetapi sebagian besar terdiri dari syaraf motorik. Neuron motorik berawal dari medulla dan mensuplai otot lidah, neuron sensorik membawa informasi dari spindel otot di lidah.

2. Syaraf Spinal

Syaraf Spinal terdiri dari 13 pasang syaraf yang berawal dari korda melalui radiks dorsal (*posterior*) dan ventral (*anterior*). Pada bagian distal radiks dorsal ganglion, dua radiks bergabung membentuk satu syaraf spinal. Semua syaraf tersebut adalah syaraf gabungan (motorik dan sensorik), membawa informasi ke korda melalui neuron aferen dan meninggalkan korda melalui neuron eferen. Syaraf spinal diberi nama dan angka sesuai dengan regia kolumna bertebra tempat munculnya syaraf tersebut.

- a. Syaraf Serviks : 8 pasang C1-C8
- b. Syaraf Toraks : 12 pasang T1-T12
- c. Syaraf Lumbal : 5 pasang L1-L5
- d. Syaraf Sacral : 5 pasang S1-S5
- e. Syaraf Koksigis : 1 pasang

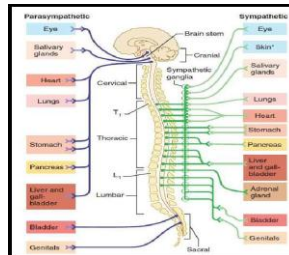
Setelah syaraf spinal meninggalkan korda melalui foramen intervertebral, syaraf kemudian bercabang menjadi 4 divisi yaitu: cabang meningeal, ramus dorsal, cabang ventral, dan cabang visceral. Pleksus adalah jaring-jaring serabut syaraf yang terbentuk dari ramus ventral seluruh syaraf spinal, kecuali TI dan TII yang merupakan awal syaraf intercostal.²⁶

D. Sistem Syaraf Otonom (SSO)

SSO merupakan sistem motorik eferen visceral. Sistem ini menginervasi jantung, seluruh otot polos, seperti pada pembuluh darah dan visera serta kelenjar-kelenjar. SSO tidak memiliki input volunteer, walaupun demikian sistem ini dikendalikan oleh pusat dalam hipotalamus, medulla dan korteks serebal serta pusat tambahan pada formasi reticular batang otak. Serabut aferen sensorik (visera) menyampaikan

²⁶ Martini, F.H., hal 67-70

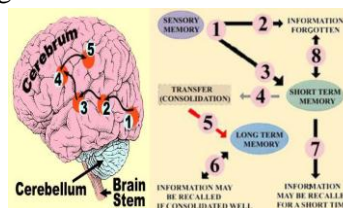
sensasi nyeri atau rasa kenyang dan pesan-pesan yang berkaitan dengan frekuensi jantung tekanan darah dan pernapasan, yang di bawa ke SSP di sepanjang jalur yang sama dengan jalur serabut syaraf motorik visceral pada SSO.



Gambar 2.11 bagian system syaraf

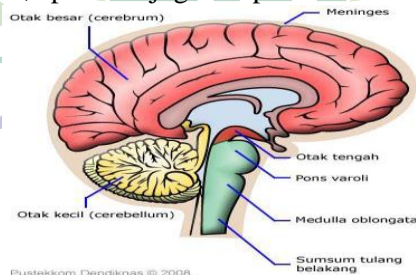
Divisi SSO memiliki 2 divisi yaitu divisi simpatis dan divisi parasimpatis. Sebagian besar organ yang di innervasi oleh SSO menerima innervasi ganda dari syaraf yang berasal dari kedua divisi. Divisi simpatis dan parasimpatis pada SSO secara anatomis berbeda dan perannya antagonis.

- a. Divisi Simpatis/Torakolumbal. Memiliki satu neuron preganglionik pendek dan satu neuron postganglionik panjang. Badan sel neuron preganglionik terletak pada tanduk lateral substansi abu-abu dalam segmen toraks dan lumbar bagian atas medulla spinalis. Fungsi syaraf ini terutama untuk memacu kerja organ tubuh, walaupun ada beberapa yang malah menghambat kerja organ tubuh. Fungsi memacu, antara lain mempercepat detak jantung, memperbesar pupil mata, memperbesar bronkus. Adapun fungsi yang menghambat, antara lain memperlambat kerja alat pencernaan, menghambat ereksi, dan menghambat kontraksi kantung seni.



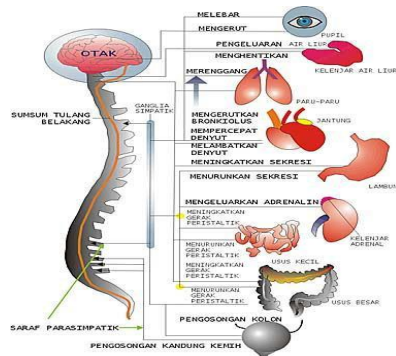
Gambar 2.12 struktur pada otak cerebellum

- b. Divisi Para Simpatis/Kraniosakral. Memiliki neuron preganglionik panjang yang menjulur mendekati organ yang terinervasi dan memiliki serabut postganglionik pendek. Badan sel neuron terletak dalam nuclei batang otak dan keluar melalui CN III, VII, IX, X, dan syaraf XI, juga dalam substansi abu-abu lateral pada segmen sakral kedua, ketiga dan keempat medulla spinalis dan keluar melalui radiks ventral. Syaraf ini memiliki fungsi kerja yang berlawanan jika dibandingkan dengan syaraf simpatik. Syaraf parasimpatik memiliki fungsi, antara lain menghambat detak jantung, memperkecil pupil mata, memperkecil bronkus, mempercepat kerja alat pencernaan, merangsang ereksi, dan mempercepat kontraksi kantung seni. Karena cara kerja kedua syaraf itu berlawanan, maka mengakibatkan keadaan yang normal.
- c. Neurotransmitter SSO. Asetilkolin dilepas oleh serabut preganglionik simpatis dan serabut preganglionik parasimpatis yang disebut serabut kolinergik. Norepinefrin dilepas oleh serabut post ganglionik simpatis, yang disebut serabut adrenergik. Norepinefrin dan substansi yang berkaitan, epinefrin juga dilepas oleh medulla adrenal.²⁷



Gambar 2.13 Bagian dalam otak

²⁷ Ibid, Pearce, E.C, hal 34-35



Gambar 2.14 Struktur bagian-bagian pada otak

LATIHAN 2

Untuk memperdalam pemahaman mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Sebutkan dan jelaskan fungsi dari 3 bagian otak!
2. Sebutkan dan jelaskan fungsi dari 3 struktur batang otak!
3. Jelaskan mengenai syaraf kranial!

TOPIK 3

SISTEM KARDIOVASKULER

A. Pengertian Struktur Sistem Kardiovaskuler (Anatomi Jantung dan Pembuluh Darah)

Pengetahuan yang memadai mengenai anatomi dan fisiologi sistem kardiovaskuler sangat penting dalam pembelajaran dan pengetahuan. Dengan mengenal anatomi sistem kardiovaskuler dan fungsinya, kita bisa mendeteksi sistem kardiovaskuler yang normal dan tidak normal dan memberikan intervensi yang tepat. topik bahasan yang akan kita bahas adalah tentang struktur sistem kardiovaskuler (anatomi jantung dan pembuluh darah), dan sirkulasi orang dewasa.

Sistem kardiovaskuler yaitu suatu sistem yang secara umum berperan mengedarkan darah keseluruh tubuh, sekaligus membawa oksigen dan zat gizi ke semua jaringan tubuh serta mengangkut semua zat buangan. Sistem kardiovaskuler terdiri dari jantung dan pembuluh darah. Jantung adalah pompa otot beruang empat yang mendorong darah mengelilingi sirkulasi. **Sistem** vaskuler atau pembuluh darah terdiri dari arteri yang membawa darah dari jantung ke jaringan, kapiler berdinding tipis yang memungkinkan difusi gas dan zat metabolik, dan vena serta venula yang mengembalikan darah ke jantung.

Sistem kardiovaskular merupakan suatu sistem organ untuk memindahkan zat (nutrien seperti asam amino dan elektrolit, hormon, sel darah dll) dari dan menuju sel-sel tubuh manusia. Sistem ini juga menolong stabilisasi suhu dan pH tubuh (bagian dari homeostasis / keseimbangan). Jenis sistem peredaran darah sistem peredaran darah terbuka, dan sistem peredaran darah tertutup. Sistem peredaran darah juga merupakan bagian dari kinerja jantung dan jaringan pembuluh darah (sistem kardiovaskuler). Sistem ini menjamin kelangsungan hidup organisme, didukung oleh metabolisme setiap sel dalam tubuh dan mempertahankan sifat kimia dan

fisiologis cairan tubuh. Sistem kardiovaskuler terdiri dari Jantung Pembuluh Darah, dan Saluran Limfa.²⁸

B. Fungsi Sistem Kardiovaskuler

Secara umum sistem kardiovaskuler memiliki fungsi:

1. Mengangkut nutrisi, oksigen dan hormon ke seluruh tubuh dan melepaskan limbah metabolik (karbon dioksida, dan limbah nitrogen)
2. Perlindungan tubuh oleh sel darah putih, antibodi dan protein komplemen yang beredar dalam darah dan mempertahankan tubuh terhadap mikroba asing dan toksin. Mekanisme pembekuan juga turut serta melindungi tubuh dari kehilangan darah setelah cedera
3. Pengaturan suhu tubuh, pH cairan dan kadar air sel
4. Bagaimanapun sistem kardiovaskuler, memerlukan fungsi kooperatif sistem lain untuk mempertahankan komposisi darah dan sebagainya untuk melestarikan homeostasis intraseluler. Misalnya, pencernaan dan organ ekskretori yang berperan dalam menjaga konstitusi homeostasis darah, saraf otonom, sistem endokrin, sistem koordinat kardiovaskuler, serta fungsi lainnya.²⁹

1. Jantung

Jantung adalah pompa berotot didalam dada yang bekerja terus menerus tanpa henti memompa darah keseluruh tubuh. Jantung berkontraksi dan relaksasi sebanyak 100.000 kali dalam sehari, dan semua pekerjaan ini memerlukan suplai darah yang baik yang disediakan oleh pembuluh arteri koroner. Bagian kanan dan kiri jantung masing-masing memiliki ruang sebelah atas (*atrium*) yang mengumpulkan

²⁸ Silvert C. Andrew. Human physiologi and integrated approach. Edisi dua. New Jersey; Penerbit Oprentice Hall. Jakarta. Hal 88

²⁹ Sherwood, Lauralle, hal 87

darah dan ruang sebelah bawah (*ventrikel*) yang mengeluarkan darah. Agar darah hanya mengalir dalam satu arah, maka ventrikel memiliki satu katup pada jalan masuk dan satu katup pada jalan keluar.

Jantung terletak dalam rongga mediastinum rongga dada, yaitu diantara paru-paru. Posisi jantung miring sehingga bagian ujungnya yang runcing (*apex*) menunjuk ke arah bawah ke pelvis kiri, sedangkan ujungnya yang lebar yaitu bagian dasarnya, menghadap ke atas bahu kanan. Jantung terdiri dari dua lapisan yaitu ; 1) lapisan dalam atau perikardium viseral, dan 2) lapisan luar (perikardium parietal). Kedua lapisan ini dipisahkan oleh sedikit cairan pelumas, yang mengurangi gesekan akibat gerakan pemompaan jantung. Perikardium juga melindungi terhadap penyebaran infeksi atau neoplasma dari organ-organ sekitarnya ke jantung.

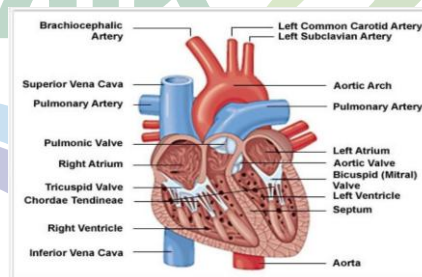
Fungsi utama jantung adalah memberikan dan mengalirkan suplai oksigen dan nutrisi ke seluruh jaringan dan organ tubuh yang diperlukan dalam proses metabolisme. Secara normal setiap jaringan dan organ tubuh akan menerima aliran darah dalam jumlah yang cukup sehingga jaringan dan organ tubuh menerima nutrisi dengan kuat. Sistem kardiovaskular yang berfungsi sebagai sistem regulasi melakukan mekanisme yang bervariasi dalam merespons seluruh aktivitas tubuh. Salah satu contoh adalah mekanisme meningkatkan suplai darah agar aktivitas jaringan dapat terpenuhi. Pada keadaan tertentu, darah akan lebih banyak dialirkan pada organ-organ vital seperti jantung dan otak untuk memelihara sistem sirkulasi organ tersebut. Ketika oksigen telah diserap oleh jaringan, pembuluh vena membawa balik darah yang berwarna biru dan mengandung sedikit sekali oksigen ke jantung.

a. Struktur Jantung

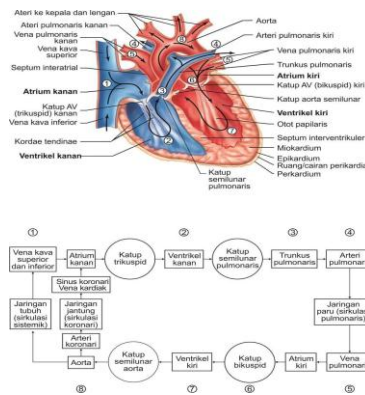
Jantung terletak di rongga toraks (dada) sekitar garis tengah antara sternum dan vertebra (tulang punggung). Bagian depan dibatasi oleh sternum dan costae 3,4, dan 5. Hampir dua pertiga

bagian jantung terletak di sebelah kiri garis median sternum. Jantung terletak di atas diafragma, miring ke depan kiri dan apex cordis berada paling depan dalam rongga thorax. Apex cordis dapat diraba pada ruang intercostal 4-5 dekat garis medio- clavicular kiri. Batas cranial jantung dibentuk oleh aorta ascendens, arteri pulmonalis, dan vena cava superior. Pada usia dewasa, rata-rata panjang jantung berkisar 12 cm dan lebar 9 cm, dengan berat 300-400 gram.

Jantung dibagi menjadi bagian kanan dan kiri, dan memiliki empat bilik (ruang), bilik bagian atas dan bawah di kedua belahannya. Bilik-bilik atas, atria (atrium, tunggal) menerima darah yang kembali ke jantung dan memindahkannya ke bilik-bilik bawah, ventrikel, yang memompa darah dari jantung. Kedua belahan jantung dipisahkan oleh septum, yang mencegah pencampuran darah dari kedua sisi jantung. Pemisahan ini sangat penting, karena bagian kanan jantung menerima dan memompa darah beroksigen rendah sementara sisi kiri jantung menerima dan memompa darah beroksigen tinggi. Bagian-bagian jantung terdiri dari atrium dextra, atrium sinistra, ventrikel dextra, dan ventrikel sinistra.



Gambar 3.1 bagian pada jantung manusia



Gambar 3.2 Struktur dan mekanisme pada jantung

1. Atrium Dextra

Dinding atrium dextra berukuran tipis rata-rata 2 mm. terletak agak ke depan dibandingkan ventrikel dextra dan atrium sinistra. Pada bagian antero-superior terdapat lekukan ruang atau kantung berbentuk daun telinga yang disebut Auricle. Permukaan endokardiumnya tidak sama. Posterior dan septal licin dan rata, lateral dan auricle kasar dan tersusun dari serabut-serabut otot yang berjalan parallel yang disebut otot Pectinatus. Atrium dextra merupakan muara dari vena cava. Vena cava superior bermuara pada dinding supero-posterior. Vena cava inferior bermuara pada dinding infero-latero-posterior. Pada muara vena cava inferior ini terdapat lipatan katup rudimenter yang disebut katup Eustachi. Pada dinding medial atrium dextra bagian postero-inferior terdapat septum inter-atrialis, pada pertengahan septum inter-atrialis terdapat lekukan dangkal berbentuk lonjong yang disebut fossa ovalis, yang mempunyai lipatan tetap di bagian anterior dan disebut limbus fossa ovalis.

Di antara muara vena cava inferior dan katup trikuspidalis terdapat sinus coronaries, yang menampung darah vena dari dinding jantung dan bermuara pada atrium dextra. Pada muara sinus coronaries terdapat lipatan jaringan ikat rudimenter yang disebut katup Thebesii. Pada dinding atrium dextra terdapat nodus sumber listrik jantung, yaitu Nodus Sino-Atrial terletak

di pinggir lateral pertemuan muara vena cava superior dengan auricle, tepat di bawah sulkus terminalis. Nodus Atri-Ventricular terletak pada antero-medial muara sinus coronaries, di bawah katup trikuspidalis. Fungsi atrium dextra adalah tempat penyimpanan dan penyalur darah dari vena sirkulasi sistemik ke dalam ventrikel dextra dan kemudian ke paru-paru.

Pemisah vena cava dengan dinding atrium hanyalah lipatan katup atau pita otot rudimenter maka apabila terjadi peningkatan tekanan atrium dextra akibat bendungan darah di bagian kanan jantung, akan dikembalikan ke dalam vena sirkulasi sistemik. Sekitar 80% alir balik vena ke dalam atrium dextra akan mengalir secara pasif ke dalam ventrikel dextra melalui katup trikuspidalis, 20% sisanya akan mengisi ventrikel dengan kontraksi atrium. Pengisian secara aktif ini disebut Atrial Kick, hilangnya atrial kick pada disaritmia dapat mengurangi curah ventrikel.

2. Atrium Sinistra

Terletak postero-superior dari ruang jantung, tebal dinding atrium sinistra 3 mm sedikit lebih tebal dari pada dinding atrium dextra. Endokardiumnya licin dan otot pectinatus hanya ada pada auricle. Atrium kiri menerima darah yang sudah dioksigenasi dari 4 vena pulmonalis yang bermuara pada dinding postero-superior atau postero-lateral, masing-masing sepasang vena dextra dan sinistra. Antara vena pulmonalis dan atrium sinistra tidak terdapat katup sejati. Oleh karena itu, perubahan tekanan dalam atrium sinistra membalik retrograde ke dalam pembuluh darah paru. Peningkatan tekanan atrium sinistra yang akut akan menyebabkan bendungan pada paru. Darah mengalir dari atrium sinistra ke ventrikel sinistra melalui katup mitralis.

3. Ventrikel Dextra

Terletak di ruang paling depan di dalam rongga thorax, tepat di bawah manubrium sterni. Sebagian besar ventrikel kanan berada di kanan depan ventrikel sinistra dan di medial atrium sinistra. Ventrikel dextra berbentuk bulan sabit atau setengah

bulatan, tebal dindingnya 4-5 mm. bentuk ventrikel kanan seperti ini guna menghasilkan kontraksi bertekanan rendah yang cukup untuk mengalirkan darah ke dalam arteria pulmonalis. Sirkulasi pulmonar merupakan sistem aliran darah bertekanan rendah, dengan resistensi yang jauh lebih kecil terhadap aliran darah dari ventrikel dextra, dibandingkan tekanan tinggi sirkulasi sistemik terhadap aliran darah dari ventrikel kiri. Karena itu beban kerja dari ventrikel kanan jauh lebih ringan dibandingkan ventrikel kiri. Oleh karena itu, tebal dinding ventrikel dextra hanya sepertiga dari tebal dinding ventrikel sinistra. Selain itu, bentuk bulan sabit atau setengah bulatan ini juga merupakan akibat dari tekanan ventrikel sinistra yang lebih besar dari pada tekanan di ventrikel dextra. Disamping itu, secara fungsional septum lebih berperan pada ventrikel sinistra sehingga gerakan lebih mengikuti gerakan ventrikel sinistra.

Dinding anterior dan inferior ventrikel dextra disusun oleh serabut otot yang disebut *Trabeculae carnae*, yang sering membentuk persilangan satu sama lain. *Trabeculae carnae* di bagian apical ventrikel dextra berukuran besar yang disebut *Trabeculae septomarginal* (moderator band). Secara fungsional, ventrikel dextra dapat dibagi dalam alur masuk dan alur keluar. Ruang alur masuk ventrikel dextra (*Right Ventricular Inflow Tract*) dibatasi oleh katup tricupidalis, trabekel anterior, dan dinding inferior ventrikel dextra. Alur keluar ventrikel dextra (*Right Ventricular Outflow Tract*) berbentuk tabung atau corong, berdinding licin, terletak di bagian superior ventrikel dextra yang disebut *Infundibulum* atau *Conus Arteriosus*. Alur masuk dan keluar ventrikel dextra dipisahkan oleh *Krista Supraventrikularis* yang terletak tepat di atas daun anterior katup trikuspidalis.

4. Ventrikel Sinistra

Berbentuk lonjong seperti telur, dimana pada bagian ujungnya mengarah ke antero- inferior kiri menjadi *Apex Cordis*. Bagian dasar ventrikel tersebut adalah *Annulus*

Mitralis. Tebal dinding ventrikel sinistra 2-3x lipat tebal dinding ventrikel dextra, sehingga menempati 75% masa otot jantung seluruhnya. Tebal ventrikel sinistra saat diastole adalah 8-12 mm. Ventrikel sinistra harus menghasilkan tekanan yang cukup tinggi untuk mengatasi tahanan sirkulasi sistemik, dan mempertahankan aliran darah ke jaringan-jaringan perifer. Sehingga keberadaan otot-otot yang tebal dan bentuknya yang menyerupai lingkaran, mempermudah pembentukan tekanan tinggi selama ventrikel berkontraksi. Batas dinding medialnya berupa septum interventrikular yang memisahkan ventrikel sinistra dengan ventrikel dextra. Rentangan septum ini berbentuk segitiga, dimana dasar segitiga tersebut adalah pada daerah katup aorta.

Septum interventrikular terdiri dari 2 bagian yaitu bagian muskular (menempati hampir seluruh bagian septum) dan bagian membranus. Pada dua pertiga dinding septum terdapat serabut otot *Trabeculae Carneae* dan sepertiga bagian endokardiumnya licin. Septum interventrikularis ini membantu memperkuat tekanan yang ditimbulkan oleh seluruh ventrikel pada saat kontraksi. Pada saat kontraksi, tekanan di ventrikel sinistra meningkat sekitar 5x lebih tinggi daripada tekanan di ventrikel dextra, bila ada hubungan abnormal antara kedua ventrikel (seperti pada kasus robeknya septum pasca infark miokardium), maka darah akan mengalir dari kiri ke kanan melalui robekan tersebut. Akibatnya jumlah aliran darah dari ventrikel kiri melalui katup aorta ke dalam aorta akan berkurang.³⁰

Katup jantung berfungsi mempertahankan aliran darah searah melalui bilik-bilik jantung. Setiap katub merespon terhadap perubahan tekanan. Katub-katub terletak sedemikian rupa, sehingga mereka membuka dan menutup secara pasif karena perbedaan tekanan, serupa dengan pintu satu arah. Katub jantung dibagi dalam dua jenis, yaitu katub

³⁰ Sanders, T & Scanlon, V.C. Essential of anatomy and physiology. F.A. Davis Company. Jakarta. (2007) Hal 110-113

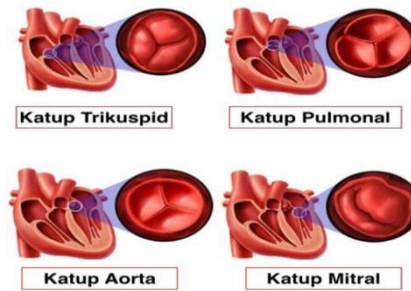
Atrioventrikuler dan Katub Semilunar.

a. Katub Atrioventrikuler

Terletak antara atrium dan ventrikel, sehingga disebut katub atrioventrikuler. Katub yang terletak di antara atrium kanan dan ventrikel kanan mempunyai tiga buah katub disebut katub trikuspid, terdiri dari tiga otot yang tidak sama, yaitu: 1) Anterior, yang merupakan paling tebal, dan melekat dari daerah Infundibuler ke arah kaudal menuju infero-lateral dinding ventrikel dextra. 2) Septal, melekat pada kedua bagian septum muskuler maupun membraneus. Sering menutupi VSD kecil tipe alur keluar. 3) Posterior, yang merupakan paling kecil, melekat pada cincin trikuspidalis pada sisi postero-inferior. Sedangkan katub yang letaknya di antara atrium kiri dan ventrikel kiri mempunyai dua daun katub disebut katub mitral. Katup mitral terdiri dari dua bagian, yaitu daun katup mitral anterior dan posterior. Daun katup anterior lebih lebar dan mudah bergerak, melekat seperti tirai dari basal ventrikel sinistra dan meluas secara diagonal sehingga membagi ruang aliran menjadi alur masuk dan alur keluar.

b. Katub Semilunar

Disebut semilunar (bulan separuh) karena terdiri dari tiga daun katub, yang masing-masing mirip dengan bulan separuh. Katub semilunar memisahkan ventrikel dengan arteri yang berhubungan. Katub pulmonal terletak pada arteri pulmonalis, memisahkan pembuluh ini dari ventrikel kanan. Katub aorta terletak antara ventrikel kiri dan aorta. Adanya katub semilunar ini memungkinkan darah mengalir dari masing-masing ventrikel ke arteri pulmonalis atau aorta selama sistole ventrikel, dan mencegah aliran balik waktu diastole ventrikel.



Gambar 3.3 macam-macam katub.

Dinding jantung terdiri dari tiga lapisan berbeda yaitu:

1. **Perikardium** (Epikardium) merupakan membran tipis di bagian luar yang membungkus jantung. Terdiri dari dua lapisan yaitu perikardium fibrosum (*viseral*), merupakan bagian kantong yang membatasi pergerakan jantung terikat di bawah sentrum tendinum diafragma, bersatu dengan pembuluh darah besar merekat pada sternum melalui ligamentum sternoperikardial dan perikardium serosum (*parietal*), dibagi menjadi dua bagian, yaitu Perikardium Parietalis membatasi perikardium fibrosum sering disebut epikardium, dan Perikardium Fibrosum yang mengandung sedikit cairan yang berfungsi sebagai pelumas untuk mempermudah pergerakan jantung.
2. **Myokardium** merupakan lapisan tengah yang terdiri dari otot jantung, membentuk sebagian besar dinding jantung. Serat-serat otot ini tersusun secara spiral dan melingkari jantung. Lapisan otot ini yang akan menerima darah dari arteri koroner.
3. **Endokardium** lapisan tipis endothelium, suatu jaringan epitel unik yang melapisi bagian dalam seluruh sistem sirkulasi.³¹

b. Fisiologi Jantung (Sistem Pengaturan Jantung)

Serat Purkinje. Serat ini adalah serabut otot jantung khusus

³¹ Roger Watson. Anatomi dan Fisiologi untuk Perawat. Alih Bahasa Sitti Sabariyah. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC. (2002) Hal 51-52

yang mampu mengantar impuls dengan kecepatan lima kali lipat kecepatan hantaran serabut otot jantung. Hantaran yang cepat di sepanjang sistem Purkinje memungkinkan atrium berkontraksi bersamaan, kemudian diikuti dengan kontraksi ventrikular yang serempak, sehingga terbentuk kerja pemompaan darah yang terkoordinasi.

a. Nodus sinoatrial (nodus SA)

1. Lokasi. Nodus SA adalah suatu massa jaringan otot jantung khusus yang terletak di dinding posterior atrium kanan tepat di bawah permukaan vena kava superior.
2. Nodus SA melepaskan impuls sebanyak 72 kali permenit, frekuensi irama yang lebih cepat dibandingkan dalam atrium (40 sampai 60 kali permenit), dan ventrikel (20 kali permenit). Nodus ini dipengaruhi saraf simpatis dan parasimpatis sistem saraf otonom, yang akan mempercepat atau memperlambat iramanya.
3. Nodus SA mengatur frekuensi kontraksi irama, sehingga disebut pemacu jantung (pacemaker).

b. Nodus atrioventrikular (nodus AV)

1. Lokasi. Impuls menjalar di sepanjang pita serat purkinje pada atrium, menuju nodus AV yang terletak di bawah dinding posterior atrium kanan.
2. Nodus AV menunda impuls seperatusan detik, sampai ejeksi darah atrium selesai sebelum terjadi kontraksi ventrikular.

c. Otot Jantung

Otot jantung adalah otot penyusun dinding jantung yang meliputi sel-sel *Cardiomyocyte* atau sel otot *Myocardiocyteal* yang berjumlah satu atau dua, tetapi adapun berjumlah tiga atau empat inti sel yang sangat jarang terjadi. Otot jantung disebut juga *Myocardium*. **Myo** artinya otot dan **Cardium** artinya jantung. Otot jantung bergerak di bawah kesadaran yang tak dipengaruhi oleh perintah otak atau saraf pusat. Otot jantung merupakan gabungan otot polos dan otot lurik karena

memiliki kesamaan, sebagaimana otot jantung memiliki daerah gelap dan terang, memiliki banyak inti sel yang terletak di tengah seperti otot lurik sedangkan otot polos memiliki kesamaan sifat seperti bergerak secara tak sadar (involunter). Otot ini bekerja tanpa lelah, tanpa beristirahat yang membuat darah terus mengalir artinya manusia tetap hidup jika berhenti maka akan membuat kematian bagi manusia.

Adapun fungsi otot jantung yaitu:

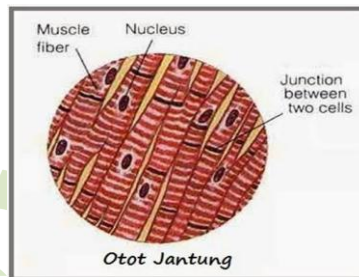
1. Membantu memompa darah ke seluruh tubuh
2. Membersihkan tubuh dari hasil metabolisme (karbondioksida)
3. Sel-sel pada otot jantung membantu dalam kontraksi sel lainnya
4. Otot jantung menyediakan cara pemompaan ventrikel pada jantung
5. Otot jantung berfungsi meremas darah sehingga darah dapat keluar dari jantung saat berkontraksi dan mengambil darah pada relaksasi
6. Menunjang kerja dari organ jantung

Adapun ciri-ciri dari otot jantung yaitu:

1. Bentuk yang memanjang
2. Mempunyai inti sel yang berada di tengah
3. Cara kerja otot jantung ini berada di luar kesadaran atau tidak dipengaruhi oleh otak atau saraf pusat
4. Serat jantung memiliki panjang 50 sampai 100 um, diameter berkisar diantara 14 um
5. Serat pada otot jantung berupa sarkolem dan terdiri atas myofibril yang terlihat berdampingan
6. Otot jantung terdiri atas 1 dan 2 inti sel atau bahkan dapat berjumlah 3 dan 4 tetapi itu sangat jarang bekerja terus menerus tanpa istirahat.
7. Otot jantung dipengaruhi oleh saraf otonom yakni saraf simpatis dan saraf parasimpatis

8. Bentuk silindris bercabang dan menyatu
9. Memiliki serat yang bercabang-cabang
10. Mempunyai diskus interkalaris, interkalaris adalah pembatas antara sarkomer

Dalam beberapa hal otot jantung sama dengan otot rangka. Otot tersebut berserat lintang, mempunyai garis-garis hitam dan mempunyai myofibril yang terdiri dari filamen aktin dan miosin. Selama kontraksi kedua filamen ini saling tumpang tindih seperti pada otot rangka.



Gambar 3.4 otot jantung

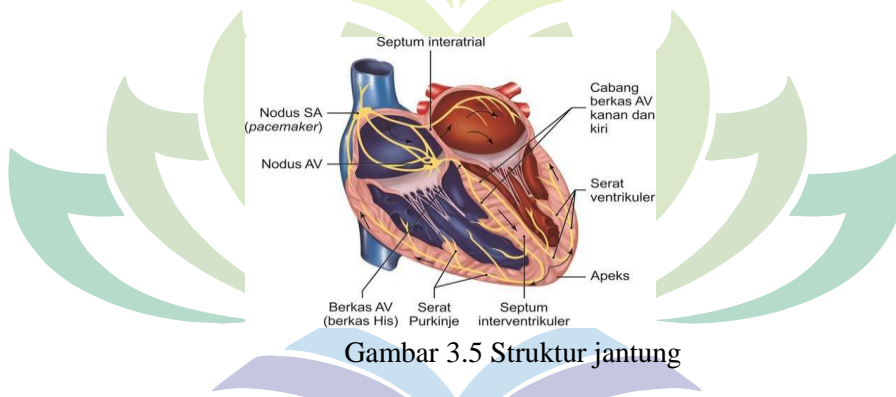
Otot jantung mempunyai karakteristik kontraksi. Bila nodus SA rusak otot jantung dapat terus berkontraksi walaupun pada kecepatan yang rendah, sedangkan otot rangka hanya berkontraksi bila ada rangsangan. Bila dilihat dengan mikroskop elektron serat-serat paralel tampak saling berhubungan. Kadang-kadang ditemukan 2 nukleus dalam satu sel. Sel-sel otot jantung dipisahkan pada ujung-ujungnya oleh yang disebut “*intercalated discs*”. Diantara setiap “*intercalated discs*” terdapat percabangan yang khusus dari sel otot jantung. Secara fisiologi percabangan ini sangat berguna karena di tempat sangat rendah tersebut tahanan terhadap perjalanan aksi potensial.

d. Mekanisme Konduksi Jantung

Berbeda dengan serat otot rangka (sel) yang saling bebas, serat otot jantung (serat otot kontraktile) dihubungkan oleh

cakram sisipan, sel-sel yang bersebelahan dihubungkan oleh desmosom secara struktural, menyegel rapat yang menyatukan membran plasma, dan yang secara elektrik dihubungkan oleh sambungan berumpang, saluran ion yang memungkinkan transmisi peristiwa depolarisasi. Akibatnya, seluruh miokardia berfungsi sebagai unit tunggal dengan kontraksi tunggal serambi yang diikuti kontraksi tunggal ventrikel.

Potensial aksi (impuls elektrik) pada jantung berasal dari sel otot jantung khusus yang disebut sel otoritmik. Sel-sel ini dapat bergerak sendiri, dapat menghasilkan potensi aksi tanpa perangsangan saraf. Sel otoritmik berfungsi sebagai perintis untuk memulai siklus jantung (siklus pemompaan jantung) dan menyediakan sistem konduksi untuk mengkoordinasi kontraksi sel-sel otot di seluruh jantung.



Gambar 3.5 Struktur jantung

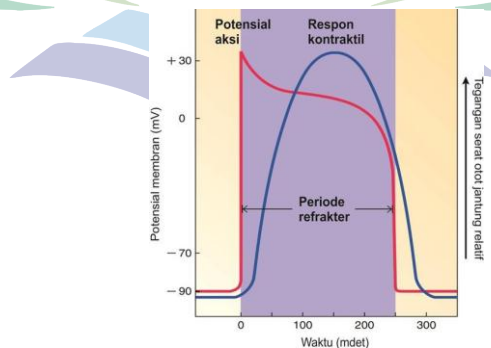
e. Mekanisme Kontraksi Jantung

Periode refrakter yang lama menghambat tetani pada otot jantung. Seperti jaringan peka ransangan lainnya, otot jantung memiliki periode refrakter. Selama periode refrakter, tidak dapat terbentuk potensial aksi kedua sampai membran peka ransang pulih dari potensial aksi sebelumnya. Di otot rangka, periode refrakter sangat singkat dibandingkan dengan durasi kontraksi yang terjadi sehingga saraf dapat dirangsang kembali sebelum kontraksi pertama selesai untuk menghasilkan penjumlahan kontraksi. Stimulasi berulang cepat yang tidak memungkinkan serat otot melemas di antara ransangan

menyebabkan terjadinya kontraksi maksimal menetap yang dikenal sebagai tetani.

Sebaliknya, otot jantung memiliki periode refrakter yang lama (gambar 5) yang berlangsung sekitar 250 milidetik kerana memanjang fase datar potensial aksi. Hal ini hampir selama periode kontraksi yang dipicu oleh potensial aksi yang bersangkutan; kontraksi satu serat otot jantung berlangsung serata 300 milidetik. Karena itu, otot jantung tidak dapat dirangsang kembali sampai kontraksi hampir selesai sehingga tidak terjadi penjumlahan kontraksi dan tetani otot jantung. Ini adalah suatu mekanisme protektif penting, karena pemompaan darah memerlukan periode kontraksi (pengosongan) dan relaksasi (pengisian) yang bergantian. Kontraksi tetani yang berkepanjangan akan menyebabkan kematian. Rongga-rongga jantung tidak dapat terisi dan mengosogkan dirinya.

Faktor utama yang berperan dalam periode refrakter adalah inaktivasi, selama fase datar yang berkepanjangan, saluran Na^+ yang diaktifkan sewaktu influks awal Na^+ pada fase naik. Barulah setelah membran pulih dari proses inaktivasi ini (ketika membran telah mengalami repolarisasi ke tingkat istirahat) saluran Na^+ dapat diaktifkan kembali untuk memulai potensial aksi lain.

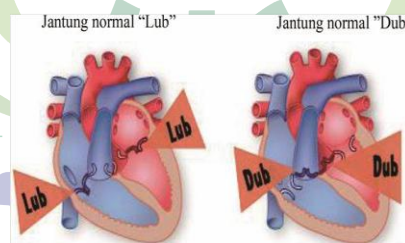


Gambar 3.6 mekanisme denyut jantung manusia

f. Bunyi Jantung

Bunyi jantung secara tradisional digambarkan sebagai lup-dup dan dapat di dengar melalui stetoskop. “Lup” mengacu pada saat katup AV menutup dan “Dup” mengacu pada saat katup semilunar menutup. Bunyi ketiga atau keempat adalah bunyi jantung yang abnormal yang disebabkan fibrasi yang terjadi pada dinding jantung saat darah mengalir dengan cepat ke dalam ventrikel, dan dapat di dengar jika bunyi jantung diperkuat dengan mikrofon.

Oleh karena itu, bunyi jantung pertama (S1) terdengar pada permulaan sistol ventrikel, pada saat ini tekanan ventrikel meningkat melebihi tekanan atrium dan menutup katup mitral dan trikuspid. Pada kasus tenosis mitral terdengar bunyi S1 yang abnormal dan lebih keras akibat kekakuan daun-daun katup. Bunyi jantung kedua (S2) terdengar pada permulaan relaksasi ventrikel karena tekanan ventrikel turun sampai di bawah tekanan arteri pulmonalis dan aorta, sehingga katup pulmonalis dan aorta tertutup.



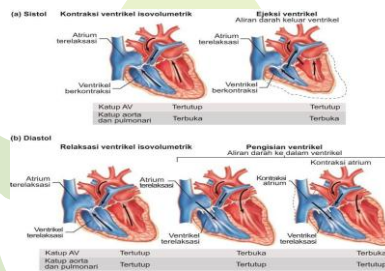
Gambar 3.7 Ilustrasi bunyi jantung

g. Siklus Jantung

Siklus jantung menggambarkan semua kegiatan jantung selama satu detak jantung penuh yaitu, dari melalui satu kontraksi dan relaksasi kedua serambi dan ventrikel. Peristiwa kontraksi (baik serambi maupun ventrikel) disebut sistol, dan peristiwa relaksasi disebut diastol. Siklus jantung meliputi gambaran kegiatan sistol dan diastol pada serambi dan ventrikel, volume darah, dan perubahan tekanan di dalam

jantung dan aksi katup jantung.

1. Relaksasi isovolumetrik ventrikel adalah periode selama ventrikel relaks dan katup AV dan katup memarah bulan masih tertutup. Volume ventrikel tidak berubah selama periode ini (isovolumetrik).
2. Pengisian ventrikel dimulai ketika katup AV membuka dan darah mengisi ventrikel. Ventrikel tetap berada dalam keadaan diastol selama periode ini.
3. Kontraksi ventrikel (sistol ventrikel) dimulai ketika potensi aksi nodus AV memasuki ventrikel, ventrikel terdepolarisasi, dan kompleks QRS dapat diamati pada EKG.



Gambar 3.8 Siklus jantung manusia

h. Curah Jantung

Bagaimana kita bisa menilai efektivitas jantung sebagai pompa? Salah satunya adalah dengan mengukur curah jantung [*Cardiac Output (CO)*], volume darah yang dipompa oleh satu ventrikel dalam periode waktu tertentu (satu menit) satu menit. Karena semua darah yang meninggalkan jantung mengalir melalui jaringan, curah jantung merupakan indikator aliran darah total melalui tubuh, sehingga curah jantung merupakan ukuran penting dari fungsi jantung. Namun, curah jantung tidak memberitahu kita bagaimana darah didistribusikan ke berbagai jaringan. Aspek aliran darah diatur pada tingkat jaringan.

Curah jantung [*cardiac output (CO)*] dapat dihitung dengan mengalikan denyut jantung (denyut per menit) dengan isi sekuncup (mL per beat, atau per kontraksi);

Curah jantung = denyut jantung x isi sekuncup

Untuk rata-rata denyut jantung istirahat 72 detak per menit dan isi sekuncup 70 mL per detak, maka rata-rata curah jantung orang dewasa dapat dihitung :

$$\begin{aligned}\text{Curah jantung} &= \text{denyut jantung} \times \text{isi sekuncup} \\ &= 72 \text{ detak / menit} \times 70 \text{ mL / detak} \\ &= 5040 \text{ mL / menit (atau sekitar 5 L / menit)}\end{aligned}$$

Rata-rata volume darah total sekitar 5 liter. Ini berarti bahwa, saat istirahat, satu sisi jantung memompa semua darah dalam tubuh melewatinya hanya dalam satu menit! Normalnya, curah jantung adalah sama untuk kedua ventrikel. Namun, jika salah satu sisi jantung mulai gagal untuk beberapa alasan dan tidak dapat memompa secara efisien, curah jantung menjadi tidak sama.

Curah jantung meningkat dengan latihan karena keduanya isi sekuncup dan denyut jantung meningkat. Selama latihan, curah jantung dapat meningkat menjadi 30-35 L / menit. Perubahan homeostasis dalam curah jantung dicapai dengan memvariasikan denyut jantung, isi sekuncup, atau keduanya.

Perbedaan antara curah jantung ketika seseorang sedang beristirahat dan curah jantung maksimum disebut cadangan jantung. Semakin besar cadangan jantung seseorang, semakin besar kapasitasnya untuk melakukan latihan. Penyakit jantung dan kurang olahraga bisa mengurangi cadangan jantung dan mempengaruhi kualitas hidup seseorang. Latihan dapat meningkatkan cadangan jantung dengan meningkatkan curah jantung. Pada atlet terlatih, isi sekuncup selama latihan dapat meningkat menjadi lebih dari 200 mL / detak, menghasilkan curah jantung 40 L / menit atau lebih.³²

³² Ibid, Sanders, T & Scanlon, V.C, hal 113-119

2. Darah

Darah adalah cairan jaringan tubuh yang fungsi utamanya adalah mengangkut oksigen yang diperlukan oleh sel-sel di seluruh tubuh. Darah juga menyuplai jaringan tubuh dengan nutrisi, mengangkut zat-zat sisa metabolisme, dan mengandung berbagai bahan penyusun sistem imun yang bertujuan mempertahankan tubuh dari berbagai penyakit. Hormon-hormon dari sistem endokrin juga diedarkan melalui darah. Darah berwarna merah, antara merah terang apabila kaya oksigen sampai merah tua apabila kekurangan oksigen. Warna merah pada darah disebabkan oleh hemoglobin, protein pernapasan (*respiratory protein*) yang mengandung besi dalam bentuk heme, yang merupakan tempat terikatnya molekul-molekul oksigen.

Setiap saat sel dalam tubuh kita memerlukan nutrient dan oksigen untuk melakukan metabolisme. Sedangkan sampah hasil metabolismenya perlu dikeluarkan dari sel. Sel-sel tubuh juga memerlukan hormon untuk memperlancar aktivitas-aktivitasnya. Darah lebih berat dari air. Berat jenis darah 1,058 . darah lebih kental dari air dengan kekentalan 4,5-5,5. Volume darah tergantung dari berat badan seseorang, jenis kelamin, kegemukan, keadaan hidrasi tubuh, dan keadaan system kardio-vaskular.

Darah terdiri atas plasma darah 55 %, Sel-sel darah 45 % yang terdiri atas Sel darah merah (*eritrosit*), Sel darah putih (*leukosit*), keping-keping darah (*trombosit*). Plasma darah merupakan komponen terbesar dalam darah. Hampir 90% bagian dari plasma darah adalah air. Plasma darah berfungsi untuk mengangkut sari makanan ke sel-sel serta membawa sisa pembakaran dari sel ke tempat pembuangan. Fungsi lainnya adalah menghasilkan zat kekebalan tubuh terhadap penyakit atau zat antibodi.

Sel darah merah (*eritrosit*), bentuknya seperti cakram atau bikonkaf dan tidak mempunyai inti. Ukuran diameter kira-kira 7,7 unit (0,007 mm), tidak dapat bergerak.

Banyaknya kira-kira 5 juta dalam 1 mm³ (41/2 juta), warnanya kuning kemerahan, karena didalamnya mengandung suatu zat yang disebut hemoglobin, warna ini akan bertambah merah jika di dalamnya banyak mengandung oksigen. Fungsi sel darah merah adalah mengikat oksigen dari paru-paru untuk diedarkan ke seluruh jaringan tubuh dan mengikat karbon dioksida dari jaringan tubuh untuk dikeluarkan melalui paru-paru. Pengikatan oksigen dan karbon dioksida ini dikerjakan oleh hemoglobin yang telah bersenyawa dengan oksigen yang disebut oksihemoglobin (hb + oksigen 4 hb-oksigen) jadi oksigen diangkut dari seluruh tubuh sebagai oksihemoglobin yang setelah tiba di jaringan akan dilepaskanhb-oksigen hb + oksigen, dan seterusnya. Hb akan bersenyawa dengan karbon dioksida dan disebut karbon dioksida hemoglobin (hb + karbon dioksida hb-karbon dioksida) yang mana karbon dioksida tersebut akan dikeluarkan di paru-paru.

Sel darah merah (eritrosit) diproduksi di dalam sumsum tulang merah, limpa dan hati. Proses pembentukannya dalam sumsum tulang melalui beberapa tahap. Mula-mula besar dan berisi nukleus dan tidak berisi hemoglobin kemudian dimuati hemoglobin dan akhirnya kehilangan nukleusnya dan siap diedarkan dalam sirkulasi darah yang kemudian akan beredar di dalam tubuh selama lebih kurang 114 – 115 hari, setelah itu akan mati. Hemoglobin yang keluar dari eritrosit yang mati akan terurai menjadi dua zat yaitu hematin yang mengandung fe yang berguna untuk membuat eritrosit baru dan hemoglobin yaitu suatu zat yang terdapat didalam eritrosityang berguna untuk mengikat oksigen dan karbon dioksida. Jumlah normal pada orang dewasa kira-kira 11,5 – 15 gram dalam 100cc darah. Normal hb wanita 11,5 mg% dan laki-laki 13,0 mg%. Sel darah merah memerlukan protein karena strukturnya terdiri dari asam aminodan memerlukan pula zat besi, sehingga diperlukan diit seimbang zat besi.

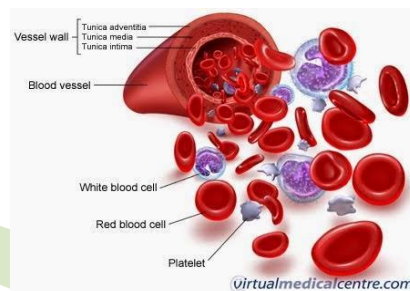
Sel darah putih (*leukosit*), mempunyai bentuk dan sifat

berlainan dengan sifat eritrosit di bawah mikroskop akan terlihat bentuknya yang dapat berubah-ubah dan dapat bergerak dengan perantaraan kaki palsu (pseudopodia), mempunyai bermacam-macam inti sel sehingga ia dapat dibedakan menurut inti sel nya, warnanya bening (tidak berwarna), banyaknya dalam 1 mm³ darah kira- kira 6000-9000. Fungsinya sebagai pertahanan tubuh yaitu membunuh dan memakan bibit penyakit atau bakteri yang masuk ke dalam jaringan res (sistem retikuloendotel), tempat pembiakannya di dalam limpa dan kelenjar limfe, sebagai pengangkut yaitu mengangkut atau membawa zat lemak dari dinding usus melalui limpa terus ke pembuluh darah.

Sel leukosit disamping berada di dalam pembuluh darah juga terdapat di seluruh jaringan tubuh manusia. Pada kebanyakan penyakit disebabkan oleh masuknya kuman atau infeksi maka jumlah leukosit yang ada di dalam darah akan lebih banyak dari biasanya. Hal ini disebabkan sel leukosit yang biasanya tinggal di dalam kelenjar limfe, sekarang beredar dalam darah untuk mempertahankan tubuh dari serangan penyakit tersebut. Jika jumlah leukosit dalam darah melebihi 10000/mm³ disebut leukositosis dan kurang dari 6000 disebut leukopenia.

Keping-keping darah (trombosit). Trombosit merupakan benda-benda kecil yang mati yang bentuk dan ukurannya bermacam-macam, ada yang bulat dan lonjong, warnanya putih, normal pada orang dewasa 200.000-300.000/mm³. Fungsinya memegang peranan penting dalam pembekuan darah. Jika banyaknya kurang dari normal, maka kalau ada luka darah tidak lekas membeku sehingga timbul perdarahan yang terus- menerus. Trombosit lebih dari 300.000 disebut trombositosis. Trombosit yang kurang dari 200.000 disebut trombositopenia. Di dalam plasma darah terdapat suatu zat yang turut membantu terjadinya peristiwa pembekuan darah, yaitu Ca^{2+} dan fibrinogen. Fibrinogen mulai bekerja apabila tubuh mendapat luka. Ketika kita luka maka darah akan

keluar, trombosit pecah dan mengeluarkan zat yang dinamakan trombokinase. Trombokinasi ini akan bertemu dengan protrombin dengan pertolongan Ca^{2+} akan menjadi trombin. Trombin akan bertemu dengan fibrin yang merupakan benang-benang halus, bentuk jaringan yang tidak teratur letaknya, yang akan menahan sel darah, dengan demikian terjadilah pembekuan. Protrombin di buat didalam hati dan untuk membuatnya diperlukan vitamin k, dengan demikian vitamin k penting untuk pembekuan darah.³³



Gambar 3.9 Sel-sel dalam darah

a. Tekanan Darah

Tekanan darah adalah kekuatan darah terhadap dinding pembuluh darah, biasanya mengacu pada tekanan darah arteri di sirkuit sistemik (dalam aorta dan cabang-cabangnya). Tekanan darah arteri adalah terbesar selama kontraksi ventrikel (sistol) ketika darah dipompa ke aorta dan cabang-cabangnya. Tekanan ini disebut tekanan darah sistolik, dan secara optimal rata-rata 110 milimeter air raksa (mm Hg) ketika diukur di arteri brakialis. Tekanan arteri terendah terjadi selama relaksasi ventrikel (diastol).

³³ Lauralee Sherwood. Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem. alih Bahasa dr Brahm U Pendi. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC. (2001). Hal 120-123

Tekanan ini disebut tekanan darah diastolik, dan secara optimal rata-rata 70 mm Hg.

Perbedaan antara tekanan darah sistolik dan diastolik dikenal sebagai tekanan nadi. Peningkatan dan penurunan tekanan darah arteri selama sistol dan diastol ventrikel menyebabkan ekspansi yang sebanding dan kontraksi dinding arteri elastis. Perluasan berdenyut dari dinding arteri menyebabkan setiap ventrikel berkontraksi, dan dapat dideteksi nadinya dengan menempatkan jari pada arteri superfisial.

b. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tekanan Darah

Ada tiga faktor utama yang mempengaruhi tekanan darah, yaitu: curah jantung, volume darah, dan resistensi perifer. Peningkatan setiap faktor ini menyebabkan peningkatan tekanan darah, sedangkan penurunan ke tiga faktor ini menyebabkan penurunan tekanan darah. Ingatlah bahwa curah jantung ditentukan oleh denyut jantung dan isi sekuncup. Peningkatan atau penurunan curah jantung menyebabkan perubahan yang sebanding dengan tekanan darah. Volume darah dapat berkurang karena perdarahan berat, muntah, diare, atau asupan air berkurang. Penurunan volume darah menyebabkan penurunan tekanan darah. Begitu cairan yang hilang diganti, tekanan darah kembali normal. Sebaliknya, jika tubuh menahan terlalu banyak cairan, volume darah dan tekanan darah meningkat. Diet tinggi garam merupakan faktor risiko untuk hipertensi karena menyebabkan darah untuk menahan lebih banyak air sebagai akibat dari osmosis, dan menyebabkan peningkatan volume darah.

Resistensi perifer adalah perlawanan terhadap aliran darah yang diciptakan oleh gesekan darah terhadap dinding pembuluh darah. Peningkatan resistensi perifer akan meningkatkan tekanan darah, sedangkan penurunan tahanan perifer menurunkan tekanan darah. Resistensi perifer ditentukan oleh diameter pembuluh, panjang total pembuluh, dan viskositas darah. Arteriol memainkan peran penting dalam

mengontrol tekanan dengan mengubah diameter pembuluh darah. Ketika arteriol berkonstriksi, resistensi perifer meningkat dan tekanan darah meningkat pula. Ketika arteriol berdilatasi, resistensi perifer dan tekanan darah menurun. Resistensi perifer berbanding lurus dengan total panjang pembuluh darah di tubuh: semakin panjang total panjang pembuluh, semakin besar resistensi untuk mengalir.

Baroreseptor juga membantu mengatur tekanan darah. Baroreseptor mengukur tekanan darah dan terletak di aorta dan arteri karotis. Jika tekanan meningkat dalam pembuluh darah ini, informasi ini dikirimkan ke pusat jantung di medula oblongata. Pusat jantung kemudian tahu untuk menurunkan denyut jantung, yang kemudian menurunkan tekanan darah. Jika tekanan terlalu rendah di aorta, baroreseptor menangkap informasi ini dan mengirimkannya ke pusat jantung. Pusat jantung kemudian meningkatkan denyut jantung untuk meningkatkan tekanan darah.

c. Sirkulasi Orang Dewasa

Sistem peredaran darah manusia ada dua yaitu sistem peredaran darah besar dan sistem peredaran darah kecil.

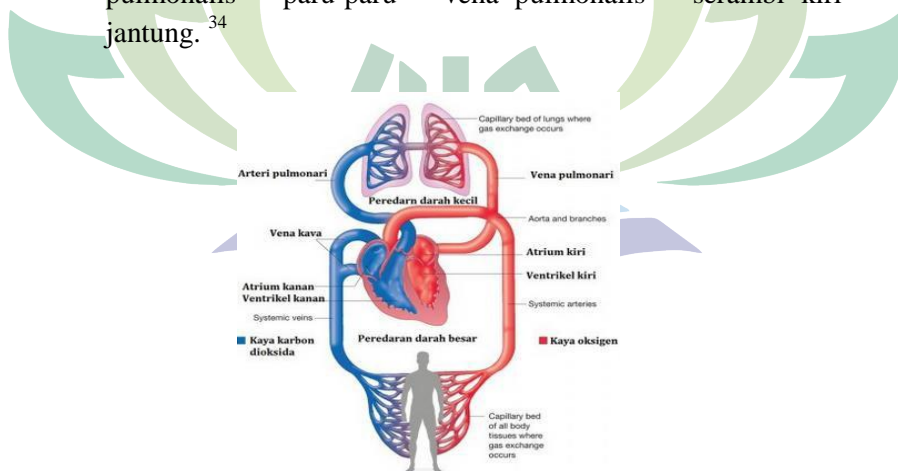
1. Sistem Peredaran Darah Besar (Sistemik)

Peredaran darah besar dimulai dari darah keluar dari jantung melalui aorta menuju ke seluruh tubuh (organ bagian atas dan organ bagian bawah). Melalui arteri darah yang kaya akan oksigen menuju ke sistem-sistem organ, maka disebut sebagai sistem peredaran sistemik. Dari sistem organ vena membawa darah kotor menuju ke jantung. Vena yang berasal dari sistem organ bagian atas jantung akan masuk ke bilik kanan melalui vena cava inferior, sementara vena yang berasal dari sistem organ bagian bawah jantung dibawa oleh vena cava posterior. Darah kotor dari bilik kanan akan dialirkan ke serambi kanan, selanjutnya akan dipompa ke paru-paru melalui arteri pulmonalis. Arteri pulmonalis merupakan satu keunikan dalam sistem peredaran darah manusia karena merupakan satu-satunya arteri yang membawa darah kotor

(darah yang mengandung CO₂). Urutan perjalanan peredaran darah besar yaitu: bilik kiri – aorta – pembuluh nadi – pembuluh kapiler – vena cava superior dan vena cava inferior – serambi kanan.

2. Sistem Peredaran Darah Kecil (Pulmonal)

Peredaran darah kecil dimulai dari darah kotor yang dibawa arteri pulmonalis dari serambi kanan menuju ke paru-paru. Dalam paru-paru tepatnya pada alveolus terjadi pertukaran gas antara O₂ dan CO₂. Gas O₂ masuk melalui sistem respirasi dan CO₂ akan dibuang ke luar tubuh. O₂ yang masuk akan diikat oleh darah (dalam bentuk HbO) terjadi di dalam alveolus. Selanjutnya darah bersih ini akan keluar dari paru-paru melalui vena pulmonalis menuju ke jantung (bagian bilik kiri). Vena pulmonalis merupakan keunikan yang kedua dalam sistem peredaran darah manusia, karena merupakan satu-satunya vena yang membawa darah bersih. Urutan perjalanan peredaran darah kecil : bilik kanan jantung – arteri pulmonalis – paru-paru – vena pulmonalis – serambi kiri jantung.³⁴



Gambar 3.10 Sistem peredaran manusia

³⁴ Ibid, Roger Watson, hal 53-55

LATIHAN 3

Untuk memperdalam pemahaman mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Sebutkan dan jelaskan 4 bagian jantung!
2. Sebutkan dan jelaskan 3 bagian darah!
3. Sebutkan dan jelaskan peredaran darah orang dewasa!
4. Jelaskan mekanisme peredaran darah!





MODUL 3

SISTEM PENCERNAAN, SISTEM INTEGUMEN, DAN SISTEM ENDOKRIN

PENDAHULUAN

Mahasiswa Pendidikan Biologi yang berbahagia, selamat bertemu di bab 3 tentang Sistem Pencernaan, Sistem Integumen dan Sistem Endokrin. Pada bab ini Saudara akan belajar tentang anatomi fisiologi manusia sebagai elemen konsep dasar mata kuliah yang dihubungkan erat dengan substansi topik sistem pencernaan, sistem integumen dan sistem endokrin.

Pada bab ini kita diajak untuk mempelajari anatomi fisiologi manusia secara konseptual. Pembahasan pada materi ini memberikan gambaran tentang perubahan yang terjadi pada sistem tubuh, misalnya manusia dalam kehidupan sehari-hari memerlukan makanan dan minuman, yang dimana manusia harus memprosesnya dahulu melalui sistem pencernaan. Kita harus terlebih dahulu mengetahui struktur dan fungsi tiap alat dari susunan tubuh manusia secara fisiologis. Pengetahuan tentang anatomi fisiologi manusia merupakan dasar yang penting dalam melaksanakan pembelajaran. Selain itu, pada bab ini kita juga akan mempelajari tentang sistem pencernaan, sistem integumen dan sistem endokrin yang menunjukkan bahwa tubuh manusia saling berhubungan antara bagian yang satu dengan lainnya.

Bab 3 ini terdiri atas 3 topik, yaitu (1) pentingnya mengenal sistem pencernaan, (2) pentingnya mengenal sistem integumen, dan (3) pentingnya mengenal sistem endokrin. Setelah mempelajari materi di bab ini, secara umum mahasiswa mampu mengidentifikasi sistem pencernaan, sistem integumen dan sistem endokrin. Sedangkan secara khusus mahasiswa mampu mengidentifikasi.

1. Anatomi fisiologi sistem pencernaan
2. Anatomi fisiologi sistem integumen
3. Anatomi fisiologi sistem endokrin

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, P.D. (1999). *Anatomi fisiologi tubuh manusia*. Jones and Barret publisher Boston, Edisi Bahasa Indonesia EGC : Jakarta
- Brunner's and suddarth. (2008). *Textbook of medical surgical nursing (11th ed)*. Williams and Wilkins.
- Coad, Jane (2001). *Anatomy and physiology for midwives*. Mosby: London.
- Graaff, V. D. (2010). *Human anatomy, Ten Edition*. New York: McGraw-Hill Companies.
- Guyton & Hall (2012). *Buku ajar fisiologi kedokteran*. Penerbit Buku Kedokteran EGC : Jakarta
- Guyton, A.C. & Hall, J.E. (2006). *Textbook of medical physiology, 12nd edition*.
- Junqueira, L.C. & Jose Carneiro (1980). *Basic histology*. California: Lange Medical Publications.
- Landau, B.R. (1980). *Essential human anatomy and physiology, 2nd edition*. Scott Foresman and Company Glenview.
- Martini, F.H. et al. (2001). *Fundamentals of anatomy and physiology, 5nd edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Marieb, E.N, Wilhelm, P.B & Mallat,J (2012). *Human Anatomy 6th ed media update*. Benjamin Cummings.
- Pearce, E.C. (1999). *Anatomi dan fisiologi untuk paramedis*. Gramedia : Jakarta
- Sanders, T. & Scanlon, V.C. (2007). *Essential of anatomy and physiology*. F.A. Davis Company.

Silvertho C. Andrew, (2001). *Human physiology and integrated approach*. Edisi dua. New Jersey: Penerbit Oprentice Hall.

Sherwood, Lauralle (2001). *Fisiologi manusia*. Penerbit Buku Kedokteran EGC : Jakarta

Sloane, Ethel (2012). *Anatomi dan fisiologi untuk pemula; alih bahasa, James Veldman, editor edisi bahasa Indonesia, Palupi Widyastuti*. Penerbit Buku Kedokteran EGC : Jakarta

Wijaya (1996). *Anatomi dan alat-alat rongga panggul*. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia : Jakarta

Wingerd, Bruce A (1994) *The Human Body, Concepts of Anatomy and Physiology*. Philadelphia. WB. Saunders.

